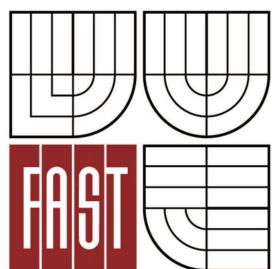




VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ
BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY



FAKULTA STAVEBNÍ
ÚSTAV STAVEBNÍ EKONOMIKY A ŘÍZENÍ

FACULTY OF CIVIL ENGINEERING
INSTITUTE OF STRUCTURAL ECONOMICS AND MANAGEMENT

NÁKLADY ŽIVOTNÍHO CYKLU BUDOVY

BUILDING LIFE CYCLE COSTS

DIPLOMOVÁ PRÁCE
MASTER'S THESIS

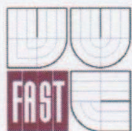
AUTOR PRÁCE
AUTHOR

Bc. DARINA BOHADLOVÁ

VEDOUCÍ PRÁCE
SUPERVISOR

doc. Ing. JANA KORYTÁROVÁ, Ph.D.

BRNO 2012




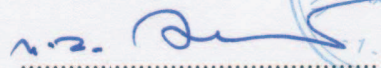
VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ FAKULTA STAVEBNÍ

Studijní program N3607 Stavební inženýrství
Typ studijního programu Navazující magisterský studijní program s prezenční formou studia
Studijní obor 3607T038 Management stavebnictví
Pracoviště Ústav stavební ekonomiky a řízení

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

Diplomant Bc. Bohadlová Darina
Název Náklady životního cyklu budovy
Vedoucí diplomové práce doc. Ing. Jana Korytářová, Ph.D.
Datum zadání diplomové práce 31. 3. 2011
Datum odevzdání diplomové práce 13. 1. 2012
V Brně dne 31. 3. 2011


doc. Ing. Jana Korytářová, Ph.D.
Vedoucí ústavu


prof. Ing. Rostislav Drochytka, CSc.
Děkan Fakulty stavební VUT

Podklady a literatura

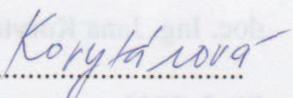
1. Korytářová, J., Hromádka V., Veřejné stavební investice, elektronická studijní opora, FAST VUT v Brně, 2007
2. Mikš, L., Tichá, A., Košulič, J., Mikš, R. a kolektiv: Optimalizace technickoekonomických charakteristik životního cyklu stavebního díla, Brno, 2008
3. Marková, L., Korytářová, J.; Nový, M.; Menšík, M.: EKR_ model; Náklady životního cyklu budovy. http://www.fce.vutbr.cz/ekr_model. (software)

Zásady pro vypracování

1. Definice základních pojmů
2. Náklady životního cyklu budovy - metodický postup
3. Analýza stávajícího stavu, sběr informací o dostupných softwarových produktech a databázích
4. Výpočet nákladů životního cyklu - případová studie

Předepsané přílohy

Licenční smlouva o zveřejňování vysokoškolských kvalifikačních prací


.....
doc. Ing. Jana Korytářová, Ph.D.
Vedoucí diplomové práce



Abstrakt

Diplomová práce se zabývá náklady životního cyklu budovy. Teoretická část se zabývá představením metody nákladů životního cyklu. Následuje popis stanovování nákladů životního cyklu a postup jejího zpracování. V praktické části je zpracován rozpočet zkoumané stavby, který je rozdělen na funkční díly a tím stanoveny náklady na opravy a rekonstrukce po dobu životnosti stavby. Po skončení životnosti jsou orientačně stanoveny náklady na demolici a odstranění odpadu. Celý tento proces je shrnut v tabulce, která stanovuje náklady na realizaci, provoz a likvidaci budovy po celou dobu její životnosti.

Klíčová slova

Náklady životního cyklu budovy, posuzování životního cyklu, funkční díly

Abstract

This thesis deals with the life-cycle cost of the building. The theoretical part deals with the introduction of life-cycle cost method. A description of determining life-cycle cost and procedure of processing. In the practical part of the budget is prepared surveyed the building, which is divided into functional parts and the fixed costs of repair and reconstruction over the lifetime of the building. At the end of life are roughly determined the cost of demolition and waste removal. This whole process is summarized in the table, which sets the cost of implementation, operation and disposal of the building throughout its life.

Keywords

Life Cycle Cost, Life Cycle Assessment, Functional Parts of Building

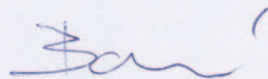
Bibliografická citace

BOHADLOVÁ, Darina. *Náklady životního cyklu budovy*. Brno, 2011. 66 s., 16 s. příl. Diplomová práce. Vysoké učení technické v Brně, Fakulta stavební, Ústav stavební ekonomiky a řízení. Vedoucí práce doc. Ing. Jana Korytářová, Ph.D.

Prohlášení:

Prohlašuji, že jsem diplomovou práci zpracovala samostatně, a že jsem uvedla všechny použité, informační zdroje.

V Brně dne 1. 2. 2012



.....
Bc. Darina Bohadlová

Poděkování

Na tomto místě bych ráda poděkovala doc. Ing. Janě Korytářové, Ph.D. za ochotu a čas, se kterým přistupovala k mým konzultacím. Za odborné rady, kterými přispěla k vypracování této diplomové práce. Dále bych ráda poděkovala firmě OHL ŽS, a.s. za poskytnuté podklady k vypracování praktické části a týmu FEKT T12 z OHL ŽS za užitečné rady. Ráda bych na tomto místě poděkovala i rodině a přátelům, kteří mě při vypracování této práce podporovali.

OBSAH

1 Úvod	9
2 Základní pojmy.....	10
3 Teoretická část.....	11
3.1 Kvantitativní metody hodnocení veřejných projektů	11
3.1.1 Analýza CMA	11
3.1.2 Metoda CBA.....	12
3.1.3 Metoda CEA.....	12
3.1.4 Metoda CUA	13
3.2 Analýza nákladů životního cyklu budov	14
3.2.1 Náklady související s technickými parametry budovy	14
3.2.2 Náklady provozní	16
3.2.3 Náklady administrativní	16
3.3 Určování nákladů životního cyklu staveb	19
3.4 Udržitelnost projektů	22
3.4.1 Nové pojetí stavebního procesu v globálním kontextu	22
3.5 Facility management.....	24
3.6 Metodika hodnocení kvality budov v rámci životního cyklu	24
3.6.1 GBTool.....	26
3.6.2 BREEAM.....	27
3.6.3 EPIQR.....	29
3.6.4 BEAT.....	30
3.6.5 PromisE	31

3.6.6 LEED.....	33
3.6.7 SBTtoolCZ	35
4 Praktická část.....	40
4.1 Charakteristika firmy	40
4.2 Popis budovy FEKT T10	42
4.2.1 Urbanistické a architektonické řešení	43
4.2.2 Konstrukční řešení	44
4.3 Souhrnný rozpočet stavby.....	48
4.4 Funkční díly.....	49
4.4.3 Životnost funkčních dílů	50
4.4.4 Náklady na rekonstrukci a opravy funkčních dílů ve stálých cenách.....	52
4.4.4.1 Náklady na rekonstrukci a opravy	53
4.4.4.2 Současná hodnota nákladů na realizaci	55
4.4.5 Náklady na likvidaci	59
5 Závěr.....	60
6 Použité zdroje	62
7 Seznamy	64
7.1 Seznam použitých zkratk	64
7.2 Seznam obrázků	64
7.3 Seznam tabulek	65
7.4 Seznam grafů.....	65
7.5 Seznam příloh.....	66

1 ÚVOD

V současné době stavebnictví prochází nelehkým obdobím. Nabídka převyšuje poptávku a investor má na trhu prostor k dosažení až nevídaných podmínek. Jedním z předpokladů pro úspěšné zvládnutí těchto tvrdých podmínek, kdy je pro investora hlavním kritériem cena díla, mohou být i budoucí náklady v provozní fázi budovy, které jsou v dnešní době často opomíjeny, a o realizaci projektu rozhoduje pouze cena realizační. Investor by se měl řídit velmi smysluplným příslovím, které pronesl John Ruston, ve kterém se říká, že : „Je nemoudré platit příliš mnoho, ale je bláznovstvím zaplatit příliš málo – to je základní princip kalkulací nákladů životního cyklu“

Životní cyklus stavby je velmi dlouhý proces, který zahrnuje několik fází od předinvestiční fáze, kde se rozhoduje o realizaci projektu, přes fázi realizace a fáze provozování, až po ukončení životnosti budovy a její likvidaci. Stanovit všechny tyto náklady je velmi komplikované. Napomáhá tomu metoda stanovení nákladů životního cyklu (Life Cycle Cost, LCC). Touto metodou lze zahrnout do výpočtu jak náklady na pořízení, tak náklady na její následné provozování a po ukončení životnosti budovy i náklady na její likvidaci.

Cílem této diplomové práce je v teoretické části popsat metodiku stanovování nákladů životního cyklu a postup jejího provádění.

V praktické části budou sestaveny náklady životního cyklu pro konkrétní budovu, a to náklady související s technickými parametry stavby, které jsou potřeba ke stanovení životnosti a tím i jejich cyklu a rozsahu oprav. Po ukončení životnosti budovy jsou zde orientačně sestaveny i náklady na demolici a likvidaci vzniklého odpadu. Zkoumanou budovou je budova pro výuku a výzkum Fakulty elektrotechniky a komunikačních technologií VUT v Brně.

2 ZÁKLADNÍ POJMY

Stavba – pojem stavba není v České republice v právních normách jednoznačně definován. Z občansko-právního hlediska je stavba věc nemovitá pevně spojená se zemí pevným základem. Stavební právo rozumí stavbou veškerá stavební díla bez zřetele na jejich technické provedení, účel a dobu trvání.

Rekonstrukce – pojmem rekonstrukce se rozumí stavební úpravy, kterými se při zachování vnějšího půdorysného a výškového ohraničení objektu provádějí zásahy do stavebních konstrukcí, které mají za následek změnu technických parametrů nebo i účelu stavebního díla. [11]

Modernizace – znamená stavební úpravy, při kterých se nahrazují stávající části staveb novými, tak aby se odstranily následky opotřebení a zastarání.

Oprava – oprava je odstranění částečného opotřebení nebo poškození různých částí stavby za účelem uvedení těchto částí do provozuschopného stavu obnovením provozní kvality, užitkovosti a bezpečnosti při uplatnění nových materiálů a technologií. [11]

Metoda stanovení nákladů životního cyklu (Life Cycle Cost, LCC) – pomáhá zjišťovat všechny náklady na, které bude třeba vynaložit po celou dobu životnosti budovy. Tyto náklady se pak pomocí diskontování převedou na jejich současnou hodnotu.

Metoda posuzování životního cyklu (Life-Cycle Assessment, LCA) – hodnotí dopady na životní prostředí během celého životního cyklu budovy. Metoda neřeší ekonomické a sociální aspekty stavby.

3 TEORETICKÁ ČÁST

Teoretická část této diplomové práce se snaží přiblížit problematiku hodnocení nákladů životního cyklu stavby.

3.1 KVANTITATIVNÍ METODY HODNOCENÍ VEŘEJNÝCH PROJEKTŮ

Pro efektivní výběr investičních akcí ve veřejném sektoru lze použít 4 základní kvantitativní metody, které se zabývají výstupem náklad/výnos. Na jejich základě můžeme optimalizovat výběr zvolené varianty nebo projektu.

Mezi tyto kvantitativní metody patří:

- Analýza minimalizace nákladů (Cost Minimising Analyses, CMA)
Výstupy neměří
- Analýza nákladů a užitků (Cost Benefit Analyses, CBA) Měří výstupy hodnotovými jednotkami
- Analýza efektivnosti nákladů (Cost Effectiveness Analyses, CEA)
Měří výstupy naturálními jednotkami
- Analýza užitečnosti nákladů (Cost Utility Analyses, CUA) měří výstupy ve formě užitečnosti projektu [1, str.43]

3.1.1 Analýza CMA

Analýza minimalizace nákladů využívá pouze nákladové hledisko. Používá se tehdy, pokud by kvalitativní a i kvantitativní výsledky hodnocených projektů měli být relativně homogenní nebo shodné.

Ukazatel, který se pro hodnocení metody CMA nejčastěji používá jsou **Náklady životního cyklu** (Life Cycle Cost, LCC). Tento ukazatel respektuje časovou hodnotu peněz, výpočet probíhá pomocí diskontování budoucích nákladů na jejich současnou hodnotu.

Obecně se dá tento ukazatel zapsat vztahem:

$$LCC = PV + IC$$

Kde:

LCC - náklad životního cyklu

PV - současná hodnota budoucích nákladů

IC - investiční náklad [1, str.45]

3.1.2 Metoda CBA

Tato metoda sleduje náklady i přínosy v celém životním cyklu projektu. Zabývá se hodnocením de facto neziskových investic standardními hodnotícími metodami. U těchto projektů není možné hodnotit jen dopad na investora, tento dopad nebývá jediným a ani zpravidla významným důvodem pro realizaci. U projektu se stanovují náklady a užitky (finanční a nefinanční) a ty se posléze transformují na peněžní toky, resp. na hodnoty vyjádřené v peněžních jednotkách. [1, str.109]

3.1.3 Metoda CEA

Metoda je využívána v případech, kdy je monetární ocenění užitků komplikované. Užitky mohou být stanoveny v naturálních jednotkách jako počet opravené techniky, počet lůžek, počet ošetřených pacientů. Rozhodovacím nástrojem jednotkové náklady projektu, které se porovnávají s ostatními projekty nebo technickými ukazateli, které v daném oboru existují.

Analýza efektivnosti nákladů řeší odpovědi na otázky:

- Jak lze nejlevněji dosáhnout stanoveného cíle při zachování požadovaných kvalitativních parametrů?

- Jak dosáhnout maximalizace výstupu při předem stanovených nákladech?

Jednotkové náklady projektu
v Kč / srovnávací parametr



Technicko-ekonomické
ukazatele, analogický
projekt

3.1.4 Metoda CUA

Metoda CUA je analýzou vícekritériální, která umožňuje matematickými postupy vyhodnotit užitečnost projektu na základě výstupů. Užitečnost projektu vyjadřuje míru uspokojení potřeb uživatele projektu. Výstupy jsou vyjádřeny technickými nebo peněžními jednotkami.

Efektivnost projektu vyjadřuje poměr užitečnosti projektu a jeho investičních nákladů. Tento vztah lze vyjádřit jako: [1, str.50]

$$E = \frac{U}{IC}$$

Kde:

- E - efektivnost projektu
- U - užitečnost projektu
- IC - investiční náklady projektu

Pro hodnocení užitečnosti projektů lze použít metody hodnotové analýzy.

Tyto metody lze rozdělit do tří skupin na:

- subjektivní metody,
- kvalitativní metody,
- kvantitativní metody. [1, str.51]

3.2 ANALÝZA NÁKLADŮ ŽIVOTNÍHO CYKLU BUDOV

Náklady životního cyklu budovy se řadí mezi ekonomické charakteristiky stavebního díla. Analýza nákladů životního cyklu budovy se zaměřuje na optimalizace nákladů během celé doby její životnosti. Její výsledný výpočet LCC (Life Cost Cycle), by měl být jedním z důležitých podkladů pro rozhodnutí investora, projektanta nebo budoucího uživatele pro výběr optimálního technického řešení stavby.

Náklady, které jsou přímo spojeny s realizací, užíváním a likvidací budovy lze rozdělit do 3 základních kategorií. První skupinu tvoří náklady, které přímo souvisejí s technickými parametry stavby. Touto skupinou jsou investiční náklady, náklady na opravy a udržování budovy, rekonstrukci, modernizaci a likvidaci budovy. Další ze skupin jsou náklady na provoz budovy, mezi tyto náklady se řadí náklady na energie, úklid. Poslední ze tří skupin jsou administrativní náklady, které jsou spojeny se správou nemovitosti jako daně, pojištění a správa budovy.

3.2.1 Náklady související s technickými parametry budovy

Náklady související s technickými parametry jsou zde uvedeny pro potřebu optimalizace technickoekonomických charakteristik stavby a nekorespondují s účetním členěním. Tyto náklady jsou rozděleny do tří fází podle toho, ve které fázi životního cyklu budovy se nacházejí.

Fáze realizační

V realizační fázi vznikají investiční náklady, to jsou náklady na zpracování projektové dokumentace, náklady na pořízení stálých aktiv a případně ostatních investičních nákladů.

Fáze provozní

V provozní fázi vznikají náklady na opravy a udržování budovy, náklady na modernizaci a náklady na rekonstrukci.

Mezi náklady na opravy a udržování budovy patří náklady na opravy poruch vzniklých užíváním a náklady na údržbu konstrukčních prvků, které ji pro

zachování plné funkčnosti vyžadují, náklady na čištění komínů či dalších konstrukčních prvků.

Náklady na modernizaci jsou takové náklady, které jsou zpravidla jednorázové, které jsou způsobeny opotřebením konstrukce, predikce nákladů je možná pokud je známa přibližná délka životnosti hlavních konstrukčních prvků. Mezi tyto náklady patří i náklady na stavební úpravy, jimiž se při zachování vnějšího půdorysného a výškového ohraničení objektu provádí zásahy do stavebních konstrukcí pro zajištění původních funkčních vlastností konstrukce omezených vlivem jejího opotřebení.

Náklady na rekonstrukci jsou náklady spojené se stavebními úpravami, při nichž se nahrazují stávající části objektu modernějšími a zvyšuje se vybavenost a použitelnost stavebního objektu, toto je často spojené i se zvětšením obestavěného prostoru.

Fáze likvidační

Do této fáze patří náklady spojené s likvidací budovy.

Výši těchto nákladů můžeme stanovit následujícím vztahem, který zohledňuje časovou hodnotu peněžních toků.

$$C_T = \sum_{i=0}^t \frac{\sum_{j=1}^n C_{Tj}}{(1+r)^i}$$

Kde:

- | | |
|----------|---|
| C_{Tj} | - výše j-té kategorie nákladů souvisejících s technickými parametry budovy v roce hodnocení i |
| n | - celkový počet kategorií nákladů souvisejících s technickými parametry budovy |
| t | - délka životního cyklu budovy |
| r | - diskontní sazba |

3.2.2 Náklady provozní

Náklady provozní jsou náklady, které vznikají při provozu (užívání) budovy. Tyto náklady vznikají pouze ve fázi provozní a řadí se mezi ně náklady na služby technických pracovníků zajišťujících provoz budovy, dodávky vody, tepla, plynu a elektrické energie (v závislosti na typu budovy z hlediska užívání, v závislosti na velikosti budovy či na způsobu vytápění. Jako další náklady se uvádějí náklady na úklid a revize.

Výši těchto nákladů můžeme stanovit následujícím vztahem, který zohledňuje časovou hodnotu peněžních toků.

$$C_P = \sum_{i=0}^t \frac{\sum_{j=1}^n C_{Pj}}{(1+r)^i}$$

Kde:

- C_{Pj} - výše j-té kategorie provozních nákladů v roce hodnocení i
- n - celkový počet kategorií provozních nákladů
- t - délka životního cyklu budovy
- r - diskontní sazba

3.2.3 Náklady administrativní

Administrativní náklady jsou náklady, které jsou spojeny se správou budovy z hlediska zajištění ekonomických potřeb budovy. Tyto náklady vznikají pouze v provozní fázi životnosti objektu.

Mezi tyto náklady jsou zařazeny náklady jako správa budovy, zajištění a řízení využití budovy, účetní evidence, platby faktur. Dalšími náklady jsou daně a pojištění, náklady na zajištění právních služeb, tyto náklady jsou spojeny s návrhy smluv o užívání budovy, pronájmech či dodávkách služeb či jiné právní služby. K těmto nákladům se ještě připojují náklady na evidenci uživatelů budovy a náklady spojené s komplexní evidencí a pasportizací budovy a jejich jednotlivých konstrukčních prvků.

Výši těchto nákladů můžeme stanovit následujícím vztahem, který zohledňuje časovou hodnotu peněžních toků.

$$C_A = \sum_{i=0}^t \frac{\sum_{j=1}^n C_{Aj}}{(1+r)^i}$$

Kde:

- C_{Aj} - výše j-té kategorie administrativních nákladů v roce hodnocení i
- n - celkový počet kategorií administrativních nákladů
- t - délka životního cyklu budovy
- r - diskontní sazba

Na základě tohoto rozdělení lze definovat základní vztah pro výpočet nákladů životního cyklu budovy.

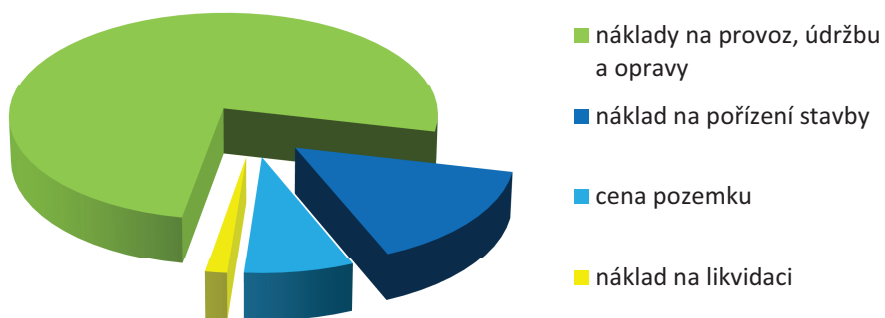
$$LCC = C_T + C_P + C_A$$

Kde:

- LCC - náklady životního cyklu
- C_T - náklady související s technickými parametry budovy
- C_P - náklady provozní
- C_A - náklady administrativní

Tyto náklady se vyskytují během celého životního cyklu budovy, proto je nutné při výpočtu nákladových položek zohlednit faktor času transformací definovaných nákladů na jejich současnou hodnotu při stanovení diskontní sazby.

Následující obrázek znázorňuje příklad podíl výše zmiňovaných nákladů po celou dobu životnosti budovy. [2, str.19, 20 ,21]



Obrázek 1: Náklady životního cyklu budov

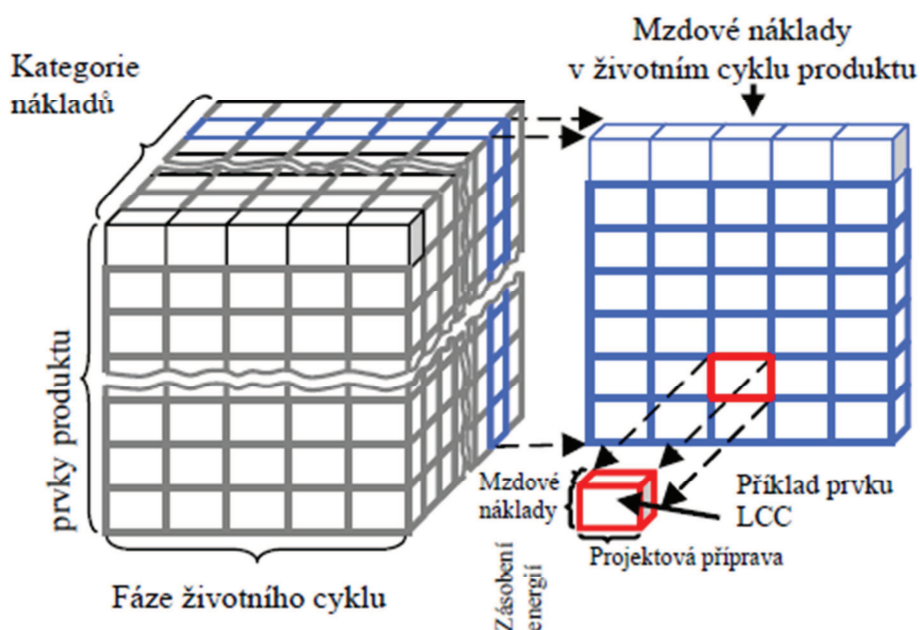
3.3 URČOVÁNÍ NÁKLADŮ ŽIVOTNÍHO CYKLU STAVEB

Určování nákladů životního cyklu (LCC) je metoda vhodná k analýze celkových nákladů budovy. Může poskytnout důležité výstupy v rozhodovacích procesech:

- vyhodnocení a porovnání v alternativních investičních strategiích
- určení ekonomické životaschopnosti projektu
- vyhodnocení a koncepce různých možností rekonstrukce a údržby
- výběr mezi různými stavebními materiály a technologiemi, prvky a systémy

Aby mohli být oceněny celkové náklady, je nutné je rozdělit do několika samostatných položek, tyto musí být jednoznačně určeny, tak aby mohli být jednoznačně definovány a ohodnoceny.

Jeden z metodických přístupů, který je často používán k identifikaci jednotlivých kalkulačních položek může být nejlépe ilustrován pomocí trojrozměrné matice:



Obrázek 2: Trojrozměrná matice

Tato matice obsahuje identifikaci následujících aspektů:

- specifikace produktu projektu na jednotlivé subsystémy nebo skupiny činností
- specifikace na fáze životního cyklu (záměr, plánování, pořízení, provoz,...)
- specifikace kategorií nákladů (investiční, administrativní, provozní,...)

Výhodou tohoto systému je jeho systematičnost a uspořádanost. Tím zahrnuje všechny relevantní kalkulační položky a poskytuje vysokou úroveň spolehlivosti.

Jakmile jsou identifikovány všechny kalkulační položky, je nutno najít nebo odhadnout všechny parametry jejich prvků. Obvykle jsou používány tři metody:

- inženýrská metoda - znamená přímé ocenění položek při podrobném zkoumání produktu. Používá standardní rozpočtové položky nebo firemní technické a výrobní podklady
- odhad na základě podobnosti - znamená odhady nákladů založené na zkušenosti s podobnými projekty, výrobky nebo technologiemi realizovaných v minulosti
- parametrická metoda - využívá podstatné parametry a proměnné (charakteristiky projektu) k vytvoření ohodnocení, které je obvykle ve formě matematického modelu.
- Pro určení nákladů musí být vypočtena současná hodnota všech budoucích výdajů.

Přínosem využití LCC je určit roční náklady budovy již v plánovací fázi a zajistit minimální roční náklady ve zvolené kvalitě nebo optimalizaci mezi nákladem a kvalitou.

Pro každý realizovaný stavební objekt existuje velké množství známých nebo zjistitelných informací týkajících se jeho ekonomického nebo technického stavu. Tyto informace ovšem většinou pocházející z různých zdrojů a proto je nutné jim přidat jinou míru spolehlivosti a jsou proměnné v čase.

Shromážděním a uspořádáním všech relevantních údajů o ekonomickém a technickém stavu objektu platných ke zvolenému datu do jednotného schématu vstupních údajů lze vytvořit informační systém, umožňující vlastníkům stavebních objektů kvalifikovaně řídit náklady a výnosy objektu a jeho způsob využití s maximální možnou efektivitou.

Při současném zadávání veřejných zakázek je často opomíjeno kritérium související s náklady životního cyklu budov. Veřejné soutěže jsou většinou pouze postaveny na principu nejnižší nabídkové ceny, bez ohledu na to, zda náklady na údržbu, rekonstrukci a demolici budou nadprůměrné či nikoliv. Přitom je nutnost brát ohledy na náklady během celého životního cyklu stavebního díla. V zahraničí zvláště v oblasti bytové výstavby již dokládají možnost navrhnout budovu s co nejmenšími provozními náklady a dopadem na životní prostředí za nezvýšení nebo jen minimální zvýšení investičních nákladů.

[4]

3.4 UDRŽITELNOST PROJEKTŮ

Stavby mají dlouhý životní cyklus, a proto jakékoliv zlepšení technik jeho hodnocení povede směrem k udržitelnému rozvoji.

Interpretace pojmu udržitelnosti ve stavebnictví prošla několika fázemi. V první fázi se zabývala spíše řešením problémů limitovaných zdrojů zejména energetických a zmírnění dopadu stavebních děl na životní prostředí. Další fáze byla ve znamení technických řešení, použití kvalitních stavebních materiálů, stavebních technologií a jejich co nejmenším dopadu na energetickou náročnost.

V dnešní době se hodně do popředí dostávají tzv. měkké aspekty udržitelnosti, mezi ně se řadí kromě ekonomické udržitelnosti i sociální udržitelnosti, kulturní aspekty a kulturní dědictví.

Trvale udržitelný rozvoj je charakterizován třemi pilíři:

- kvalita životního prostředí
- ekonomická efektivnost a ekonomická omezení
- sociální a kulturní souvislosti [3, str. 47]

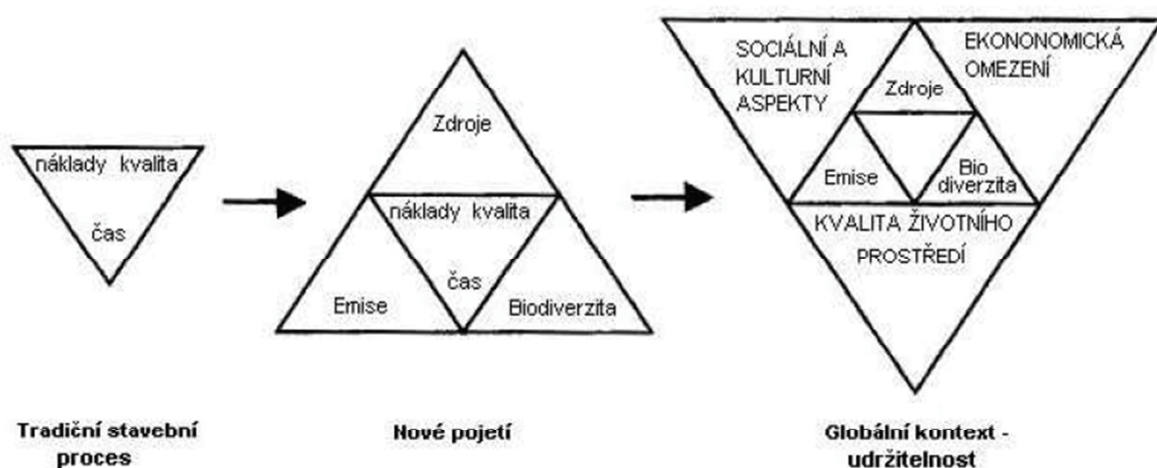
3.4.1 Nové pojetí stavebního procesu v globálním kontextu

Investoři ze soukromého i veřejného sektoru budou hrát vždy velkou roli v rozvoji udržitelného stavění, protože reprezentují poptávku. Pokud budou investoři vytvářet poptávku vyhovující požadavkům udržitelného rozvoje budou stavební firmy nuceny tyto stavby těmto podmínkám podřídit. Pokud tuto roli nebudou hrát investoři je nutný zásah jiné autority např. státu, který bude muset tyto podmínky předepisovat, regulovat a vytvořit mechanismus umožňující tyto podmínky zahrnout.

Tradiční přístup k hodnocení stavby, investičního záměru, spočívá ve výpočtu ekonomické návratnosti. Stavby nemohou být hodnoceny pouze na základě finanční návratnosti, do jejich hodnocení je třeba zahrnout i otázky týkající se spotřeby energie, životního prostředí a sociální aspekty po celou dobu životnosti budovy.

Hodnocení stavby by mělo dosáhnout výše zmiňované tři pilíře udržitelného rozvoje. Relativní váha jednotlivých uvažovaných aspektů odráží požadavky společnosti.

Následující obrázek zobrazuje nové pojetí stavebního procesu se začleněním tří pilířů udržitelného rozvoje. [12, str.15]



Obrázek 3: Nové pojetí stavebního procesu v globálním kontextu

3.5 FACILITY MANAGEMENT

Náklady na projektové práce a na realizace staveb jsou v porovnání s náklady na provozování a udržování budov v takovém nepoměru, že úvaha nasadit efektivnější správu majetku je na místě. Podle informace Mezinárodní asociace facility managementu (FM) jsou úspory při důsledném nasazení FM 30 % u provozních nákladů a 40 % v prostorovém využití spravovaného majetku.

Dle organizace IFMA lze facility management definovat jako „metodu, jak v organizaci sladit pracovní prostředí, pracovníky a pracovní činnosti.“ Cílem facility managementu je „posílit ty procesy v organizaci, pomocí nichž pracoviště a pracovníci podají nejlepší výkony a v konečném důsledku pozitivně přispějí k ekonomickému růstu a celkovému úspěchu organizace.“

Jiná definice říká, že facility management „má za cíl integrované řízení všech služeb, které podporují hlavní činnost společnosti“. [17]

3.6 METODIKA HODNOCENÍ KVALITY BUDOV V RÁMCI ŽIVOTNÍHO CYKLU

Tradiční přístup v navrhování konstrukcí byl a je z pravidla zaměřen na dosažení požadovaných užitných vlastností za přijatelně nízkých finančních nákladech na výstavbu, přičemž časový interval pro posouzení efektivity řešení je zaměřen jen na realizační fázi nebo jen krátkou dobu fáze provozní. Nový koncepční přístup pro navrhování konstrukcí je integrovaný, reprezentuje multiparametrický návrh konstrukce s ohledem na široká spektra kritérií v průběhu celého životního cyklu budovy. Cílem řady výzkumných aktivit po celém světě je vyvinout komplexní nástroj pro navrhování , analýzu a hodnocení stavebních konstrukcí z hlediska životního cyklu.

Hodnocení lze provádět v jednotlivých na sebe navazujících fázích životního cyklu budovy: fáze koncepčního návrhu – fáze projektu – fáze výstavby – fáze provozu – fáze rekonstrukce – fáze demolice a zneškodnění

odpadů. Nejvýznamnější jsou první dvě fáze do ukončení realizace, ve kterých lze efektivně ovlivnit celou výstavbu a užívání budovy.

Hodnocení kvality v rámci životního cyklu lze aplikovat na různé typy budov. Vzhledem k rozdílným funkčním i provozním požadavkům je účelné a nutné tyto modely pro hodnocení upravit pro konkrétní typy budov.

Neexistuje jednotná metoda pro komplexní hodnocení kvality budov v průběhu celého životního cyklu. Na základě metodologie definované v souborech EN ISO 14000 byla vyvinuta celá řada výpočetních modelů a softwarových nástrojů, které se liší jak cílem, tak rozsahem analýzy. Některé modely jsou zaměřeny na zhodnocení environmentálních parametrů materiálu a konstrukčních prvků. (např. BEES, ENVEST, aj.), některé metody na posouzení výrobních procesů (např. GEMIS, SimaPro, aj.), některé se zabývají širším spektrem kritérií udržitelnosti celých staveb.

Poslední skupina nástrojů je zaměřena mimo hodnocení budovy i na její okolí, a to nejen z hlediska environmentálního a ekonomického, ale i sociálního a kulturního. Mezi takové nástroje patří LEED, BREEAM – EcoHomes, GB Tool, CASBEE apod.

V některých zemích je snaha o zavedení standardizovaného systému hodnocení, umožňující vzájemné porovnání kvality realizovaných staveb a postupně vyvíjejí komplexnější nástroje, které se postupně stávají celosvětově uznávané (např. USA, Kanada, Velká Británie). V těchto zemích je snaha o tzv. oznámkování dosažených parametrů budov. V tomto smyslu došlo pravděpodobně k největšímu rozšíření hodnotících systémů vycházející z metodiky GB Tool (použití více než v 20ti zemích světa), BREEAM (použití ve Velké Británii a Kanadě – respektovaná certifikace staveb) a LEED (použití v USA – certifikace dobrovolná, ale uznávaná). [13]

Následující tabulka uvádí přehled nástrojů používaných pro hodnocení kvality budov.

Tabulka 1: Přehled nástrojů pro hodnocení kvality budov

Země	Nástroj	Stručná charakteristika
USA	LEED	bodovací systém založený na ohodnocení souboru kritérií
Velká Británie	BREEAM	bodovací systém založený na ohodnocení souboru kritérií
SRN	EPIQR	hodnotící nástroj pro existující budovy a jejich obnovu či rekonstrukce
Dánsko	BEAT	metodika LCA - hodnocení toků energie a materiálů
Finsko	PromisE	multikriteriální model zahrnující 4 základní oblasti - lidské zdraví, přírodní zdroje, ekologické důsledky, enviromentální management
Kanada	BREEAM Canada	adaptace nástroje BREEAM z Velké Británie
Kanada	Athena	hodnocení enviromentálního vlivu staveb během životního cyklu
Japonsko	CASBEE	bodovací systém založený na ohodnocení souboru kritérií
Austrálie	NABERS	multikriteriální model pro hodnocení novostaveb i stávajících budov

Hodnocení budov z hlediska širšího spektra kritérií udržitelnosti se postupně stává v některých zemích respektovanou metodou hodnocení kvality výstavby.

3.6.1 GBTool

Systém GBTool (Green Building Tool) se začal používat v roce 1998 je to certifikační nástroj pro posouzení komplexní úrovně kvality budov v souladu s principy udržitelné výstavby. Hodnotící kritéria a požadavky se stále upravují s ohledem na stávající vývoj norem na mezinárodní úrovni. GBTool využívá sedmi základních skupin kritérií pro posouzení kvality budov:

Následující tabulka znázorňuje základní skupiny a jejich hodnotící kritéria s přidělenými váhami.

Tabulka 2: Hodnotící kategorie a kritéria GBTool

Základní skupiny kritérií		Hodnotící kritéria	váhy
A	Výběr pozemku a urbanistické řešení	výběr pozemku, projekt organizace výstavby, urbanistický návrh a územní řešení	12,50%
B	Spotřeba energie a zdrojů	celková primární energie z neobnovitelných zdrojů, špička odběru el.energie při výstavbě, obnovitelná energie, uvedení budovy do provozu, materiály, pitná voda	20,80%
C	Zatížení životního prostředí	emise skleníkových plynů, další atmosferické emise, tuhé odpady, dešťové a odpadní vody, vlivy na území, další místní a regionálními vlivy	20,80%
D	Kvalita vnitřního prostředí	kvalita vnitřního vzduchu, větrání, teplota vzduchu a relativní vlhkost, denní osvětlení, akustika a hluk	16,70%
E	Funkčnost	funkčnost a efektivita, údržba hlavních funkcí vně plánovaných návrhových podmínek, regulovatelnost	8,30%
F	Dlouhodobé zajištění funkčnosti	možnost změn a přizpůsobení novým podmínkám, údržba a provoz	8,30%
G	Sociální a ekonomické aspekty	ceny a náklady, sociální aspekty	12,50%

3.6.2 BREEAM

Systém BREEAM (Building Research Establishment Environmental assessment Method) je jeden z nejstarších a nejpoužívanějších metod hodnocení aspektů životního prostředí v oblasti stavebnictví. Byl vyvinut ve Velké Británii a jeho vznik se datuje rokem 1988 a do současnosti bylo v tomto systému certifikováno 230 tisíc budov. Metoda je určena souborem standardů, které hodnotí nejlepší možné řešení během projektování budov. Tento systém

se snaží ohodnotit nejlepší přístup k životnímu prostředí během výstavby budovy. Britský certifikát má lokální verze pro Velkou Británii, Evropu a Perský záliv.

Stavby jsou hodnoceny z osmi hledisek – Management, Zdraví a kvalita, pohoda a komfort (15 %), energie (19 %), doprava, hodnocení hospodaření s vodou, použité materiály, nakládání s odpadem, využití území a ekologie a zátěž životního prostředí. Podle systému BREEAM jsou projekty hodnoceny v třech úrovních: dobrá, velmi dobrá, výborná a do budoucnosti vynikající. V Německu je oficiálním systémem pro hodnocení nákupních center. [14, str.139]

Systémem BREEAM se skládá ze širšího souboru nástrojů, který byl vypracován na pomoc při posuzování vlivů na životní prostředí prostředí. Tato skupina zahrnuje:

- BREEAM Building se zabývá hodnocením vlivů na životní prostředí všech typů budov (nových a stávajících), ztělesňuje environmentální dopady jednotlivých staveb.
- BREEAM Developments se zabývá zaměřením a srovnáváním služeb pro rozsáhlé územní plánování, novou zástavbu nebo komunitní výstavbu.
- BREEAM Envest se zabývá hodnocením životního prostředí a dopady alternativních materiálů na životní prostředí, stejně jako servisní a provozní strategie.
- BREEAM LCA je certifikovaný systém pro poskytování informací o environmentálních dopadech stavebních materiálů v průběhu celého životního cyklu výrobku.
- BREEAM Smartwaste je nástroj minimalizace odpadu, který na místě vzniká.
- BREEAM Specification, 'Green Guide' je publikace, která srovnává dopady na životní prostředí s více než 250 elementárními specifikacemi pro střechy, stěny, podlahy apod.

BREEAM Building je stále výkonný nástroj pro financující orgány, který je hlavní podmínkou pro rozhodnutí o investici. Obvykle vyžadují hodnocení dobré, velmi dobré nebo vyšší. Jedná se především o fázi návrhu a mělo by být zohledněno při návrhu budovy, ale může být použito i pro stávající budovy.

Posouzení je považováno za nestranné, provádějí ho hodnotitelé na základě licence BRE, a podléhá BRE QA, kontrolních a certifikačních procesů. BREEAM byl také vítězem 'Nejlepší program' Award v roce 2005 v Tokiu na Světové konferenci Udržitelná výstavba budov, a byl diagnostikován jako „nejvíce úspěšně provedený program na podporu udržitelný postupů, a ovlivňování dalších iniciativ po celém světě“.[6 a 5]

Následující tabulka představuje maximální počet dosažitelných bodů a jejich váhu v programu BREEAM.

Tabulka 3: Kritéria pro udělení BREEAM, maximální počet dosažitelných bodů a jejich váha

Kritéria podle BREEAM	Maximální počet bodů	Váha kritéria v BREEAM
Management	10	12,0%
Zdraví a kvalita vnitřního prostředí	14	15,0%
Energie	21	19,0%
Doprava	10	8,0%
Hospodaření s vodou	6	6,0%
Použité materiály	12	12,5%
Nakládání s odpadem	7	7,5%
Využití území a ekologie	10	10,0%
Zátěž životního prostředí	12	10,0%
Celkový součet	102	100,0%

3.6.3 EPIQR

V rámci výstupu Evropského projektu EPIQR (energetické náročnosti, kvality vnitřního ovzduší, dovybavení), jsou evropské bytové domy zkoumány s vyvinutým nástroj s názvem EPIQR. Tento nástroj je zaměřen na hodnocení informací o rekonstrukci a dovybavení potřeb bytových domů. Tento balíček má zjistit případné potřeby rekonstrukce / modernizace, ale také je používán

k identifikaci možných zlepšení, které mohou být provedeny a mít za následek nižší spotřebu energie. V rámci nástroje EPIQR byly postupy a metody vyvinuté, aby mohly vyšetřit vnitřní kvality životního prostředí (IEQ) v bytových domech.[7]

Program EPIQR nabízí stanovení nároku na údržbu, energetickou analýzu, analýzu portfolia, rozvoj politik a scénářů, krátko-, středně-, dlouhodobé plánování rozpočtů.[8]

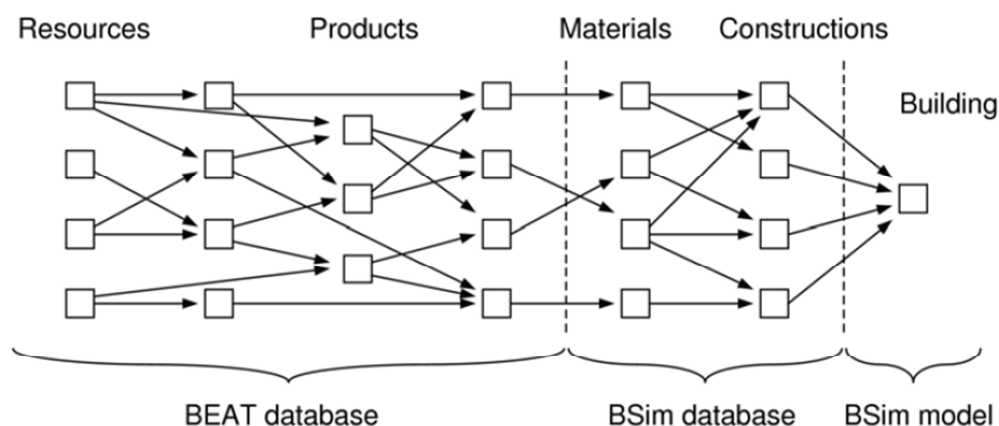
3.6.4 BEAT

Systém BEAT je používán v Dánsku. Jedná se o kombinaci hodnotící metody Petersen a BSim.

Kombinace LCA metody s BSim nástroji umožňuje projektantům posoudit oba soubory požadavků na jednu operaci, bez nutnosti vstupních přebytečných dat v různých nástrojích. Projektanti tak mohou snadněji zkoumat kompromis mezi potenciálně konfliktními cíli. BEAT minimalizuje množství zdrojů použité při výstavbě a minimalizuje spotřebu energie během provozu.

BEAT je určen pro posuzování vlivů na životní prostředí budov tím, že poskytne měřitelné opatření pro životní prostředí, způsobené výstavbou budov.

Na obrázku je popsán proces přiřazování materiálů z databáze BEAT a BSim na základě indexu SFB (klasifikačního systému), který popsal Ray-Jones a Clegg.



Obrázek 4: Hodnocení toků energie a materiálů systémem BEAT

Algoritmus DFS poskytuje kostry v grafu, které mohou být použity pro klasifikaci hrany patřící do grafu jakoby byl jeden (1) strom hrany, (2) zadní hrany, (3) přední hrany nebo (4) přes hrany, graf obsahuje cykly. V tomto případě se přeruší analýza LCA. Emise z procesů jsou vynechány. Šipky ukazují směr materiálových toků. [9]

3.6.5 PromisE

Systém pro environmentální klasifikaci vystavěného prostředí a staveb.

PromisE systém je hodnocení životního prostředí a klasifikační systém pro bytové, kancelářské a maloobchodní budovy ve Finsku. PromisE obsahuje dva systémy: systém hodnocení a klasifikace u stávajících budov, a pro nové budovy.

Tyto systémy byly vyvinuty ve spolupráci s odborníky a stavebními úřady. Systémy jsou používány při posuzování vlivu na životní prostředí budov a stanovení požadavků pro nové budovy.

PromisE systém zahrnuje čtyři hlavní kategorie: zdraví uživatelů, spotřeba přírodních zdrojů, zatížení životního prostředí a ohrožení životního prostředí. Systém obsahuje pět klasifikací. Hodnota ukazatele, musí být vybrán mezi E-úrovní, což představuje normální úroveň, a A-úrovní, což představuje vynikající úroveň. Konečný výsledek může být vyjádřen v jedné třídě (A, B, C, D nebo E). Výběr vážení hodnot pro jednotlivé kategorie a ukazatele se konalo v pracovním semináři ve spolupráci s různými subjekty z odvětví stavebnictví. PromisE systém byl vyvinut pro bytové domy, kancelářské budovy a obchodní budovy.

Následující tabulka uvádí kategorie a ukazatele obsažené v PromisE-systému pro nové budovy. Tabulka také ukazuje váhu jednotlivých kategorií a ukazatelů. [10]

Tabulka 4: Ukazatele obsažené v systému PromisE, jejich váha v kategoriích a ukazatelích

	Vážená hodnota ukazatele		
	Kancelářské budovy	Obytných budov	Maloobchodní budovy
Zdraví uživatelů	25	25	20
Řízení vnitřního klimatu	35	40	40
Stanovení požadavků a úroveň požadavků	35	35	30
Kvalita konstrukce	25	30	35
Kvality dohledu a dokumentace	20	20	15
Kvalita reálného řízení zakázky nemovitostí	20	15	20
Kvality vnitřního ovzduší	30	30	30
Objem vzduchu, ventilace	40	25	20
Čistota přiváděného vzduchu	30	30	25
Povrchové materiály emisí	30	45	55
Škody vzniklé vlhkostí	30	30	30
Kvalita stavebně- fyzikálního designu	40	30	25
Kvalita vlhké kontroly na místě	45	55	65
Kvalita stavebních návodů k obsluze	15	15	10
Osvětlení	5	0	0
Intenzita a rovnoměrnost	55	0	0
Prevence odrazů a odlesků	45	0	0
Spotřeba přírodních zdrojů	30	30	35
Spotřeba energie	45	40	45
Stanovení požadavků na spotřebu energie	15	15	15
Spotřeby tepla	25	40	25
Využití nemovitostí elektřiny	35	20	35
Spotřeba energie řízení	15	15	15
Kvalita přijímací kontroly	10	10	10
Spotřeba vody	5	10	5
Jakost vody distribuční soustavy	100	40	100
Zařízení vody na monitoring spotřeby	0	60	0
Využívání půdy	10	10	10
Využívání stávajících zastavěného prostředí	55	55	55
Využití stávajících sítí	45	45	45
Spotřeby materiálu	20	20	20

Využívání surovin	70	55	70
Míra recyklace stavebních materiálů	30	20	30
Úspory v oblasti společných prostor	0	25	0
Životnost	20	20	20
Design životnosti	20	25	20
Úroveň pečlivost a detailů designu	30	50	30
Úroveň adaptability	50	25	50
Environmentální zatížení	35	35	35
Emise do ovzduší	50	50	45
Dopad na životní prostředí stavebních výrobků	25	25	25
Dopad na životní prostředí při využívání energií	75	75	75
Odpady	20	20	20
Kvalita nakládání se stavebními odpady	50	50	50
Kvalita nakládání s odpady na staveništi	50	50	50
Odpadní vody	0	5	0
Využití dešťové vody	0	100	0
Bio-rozmanitost	10	10	10
Zakrytí půdy	30	30	30
Odstranění půdy a uložení na staveništi	30	30	30
Hodnota stavebního pozemku s ohledem na ochranu přírody	30	30	30
Vzhled vzácných objektů na místě	10	10	10
Environmentální zatížení z dopravy	20	15	25
Úroveň služeb veřejné dopravy	50	45	60
Těsné blízkosti pěší a cyklistické trasy	35	25	30
Úroveň dalších služeb potřebných pro uživatele	15	30	10
Environmentální rizika	10	10	10
Environmentální rizika staveniště	35	35	35
Úroveň čistoty na staveništi	100	100	100
Stavební environmentální rizika	65	65	65
Rizikové stavební materiály	40	40	25
Rizika chladiva	0	0	25
Úroveň ochrany životního prostředí pro řízení rizik na staveništi	30	30	25
Úroveň řízení rizik, ochrany zdraví na staveništi	30	30	25

3.6.6 LEED

LEED (Leadership in Energy and Environmental Design – Vedoucí síla v navrhování řešení šetřících energii a životní prostředí) je mezinárodně uznávaný dobrovolný certifikační systém zelených budov, který poskytuje nestranný pohled na budovy či soubory budov a to z pohledu konstrukce tak, že budova byla navrhována a postavena tak, že se dodrželi strategie na zvýšení

výkonu ve všech kritériích, které nejvíce rozhodují: úspora energie, efektivita vody, redukce emisí oxidu uhličitého CO₂, zlepšená kvalita vnitřního prostředí a dozor nad zdroji a citlivostí na jejich dopad.

Systém LEED byl vyvinut americkou radou pro stavbu zelených budov U.S. Green Building Council, poskytuje přístup z hlediska celé budovy k trvalé udržitelnosti tak, že umožňuje rozpoznávat výkon v klíčových oblastech. Body v rámci hodnocení systému LEED se hodnotí na škále 100 bodů a získané body jsou vyvážené, aby odráželi svůj potenciální environmentální dopad.

Budovy mohou získat hodnocení ve čtyřech úrovních:

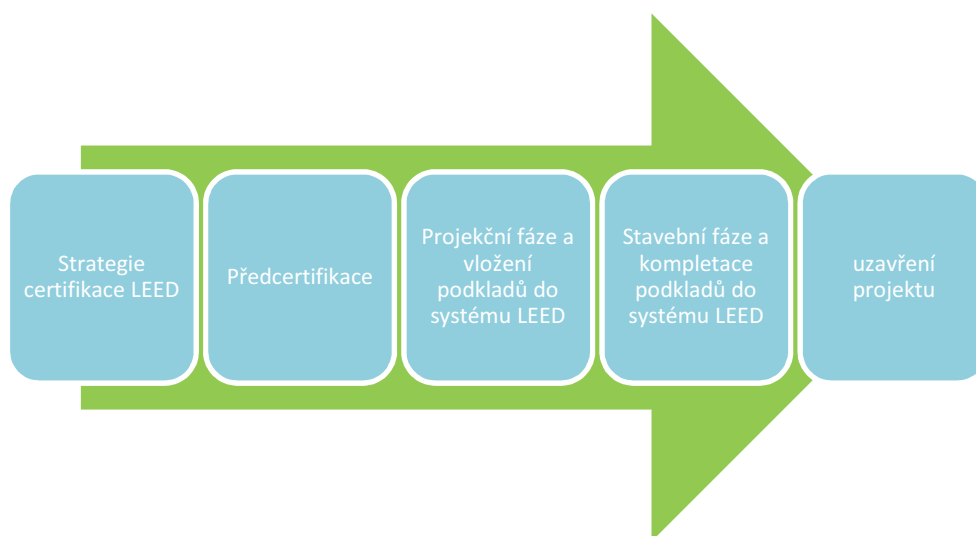
- certifikovaný (40 – 49 b.),
- stříbrný (50 – 59 b.),
- zlatý (60 – 69 b.),
- platinový (80 – 110 b.).

Následující tabulka představuje kritéria pro udělení LEED a jejich váha při posuzování.

Tabulka 5: Kritéria pro udělení LEED a jejich váha při posuzování

Kritéria podle LEED	Váha v %
Udržitelný rozvoj lokality	25,50%
Hospodaření s vodou	9,10%
Energie a ovzduší	33,60%
Materiály a zdroje	11,80%
Kvalita vnitřního prostředí	10,90%
Inovace a design	5,50%
Regionální bonusové kredity	3,60%

Následující obrázek představuje postup certifikace prostřednictvím systému LEED.



Obrázek 5: Postup certifikace prostřednictvím systému LEED

Co se týká České republiky, jsou zde 3 budovy certifikované systémem LEED a 20 je jich v tomto systému zaregistrovaných. To však nezaručuje, že budova tento certifikát získá, ale je to první krok k certifikaci. [14, str.137]

3.6.7 SBToolCZ

SBToolCZ je český certifikační nástroj pro posouzení komplexní úrovně kvality budov, a to v souladu s principy udržitelné výstavby, tj. s uvažováním souboru kritérií environmentálních, sociálních a ekonomických. Metodika SBToolCZ vychází z mezinárodního systému SBTool, který vyvíjí organizace International Initiative for a Sustainable Built Environment (iiSBE). SBTool je používán v řadě zemí světa a certifikace nástroji postavených na SBTool se na národní úrovni provádí ve Španělsku, Itálii a Portugalsku.

Rozsah kritérií, která vstupují do procesu hodnocení, se liší dle typu budovy (obytné budovy, administrativní budovy, komerční objekty, aj.) a dle fáze životního cyklu, který je posuzován (fáze projektu, fáze provozu budovy, aj.). V případě bytových budov ve fázi návrhu využívá metodika SBToolCZ celkem 33 hodnotících kritérií.

Struktura hodnocených kritérií v metodice SBToolCZ je vytvořena v souladu s principy udržitelné výstavby do třech základních skupin:

- environmentální (životní prostředí),
- sociální (nebo-li také sociálně-kulturní a obsahující aspekty týkající se technické kvality),
- ekonomika a management.

Tyto jsou doplněny o čtvrtou skupinu - lokalita, která se sice hodnotí a výsledek se na výsledném certifikátu prezentuje, nicméně toto hodnocení se neuvažuje při výpočtu váženého průměru pro stanovení výsledné hodnoty certifikátu kvality. Důvodem tohoto přístupu je, že kritéria hodnotící lokalitu nemůže projektant či architekt v našich podmínkách přímo ovlivnit, proto má váhu v celkovém hodnocení rovnu 0 %.

Pro případ hodnocení obytných budov ve fázi návrhu obsahuje skupina environmentálních kritérií celkem 12 kritérií, sociální skupina má 11 kritérií, ekonomika a management má 4 kritéria a lokalita budovy má celkem 6 kritérií - celkem je tedy kritérií 33.

Následující tabulka znázorňuje všech 33 kritérií, které využívá SBToolCZ pro hodnocení kvality obytných budov.

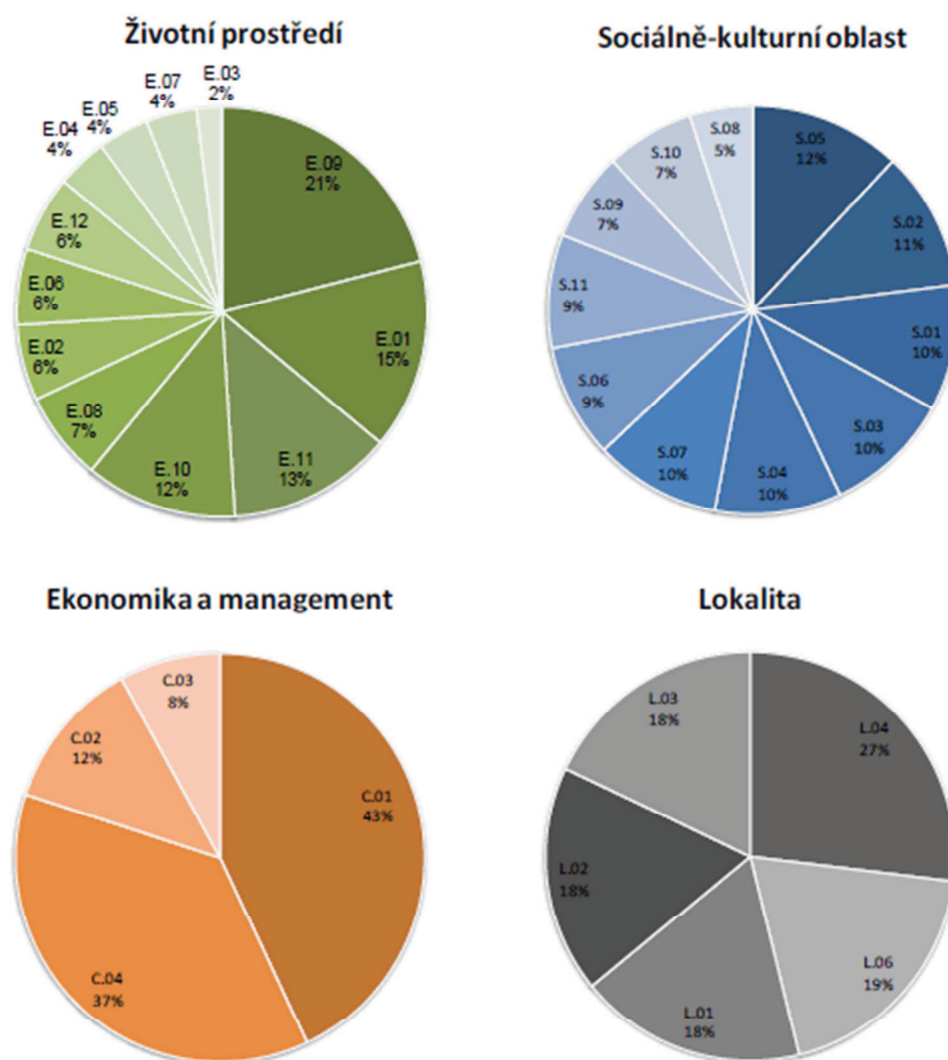
Tabulka 6: Seznam hodnotících kritérií pro SBToolCZ

Environmentální kritéria	
E.01	Potenciál globálního oteplování (GWP)
E.02	Potenciál okyselování prostředí (AP)
E.03	Potenciál eutrofizace prostředí (EP)
E.04	Potenciál ničení ozonové vrstvy (ODP)
E.05	Potenciál tvorby přízemního ozonu (POCP)
E.06	Využití zeleně na pozemku
E.07	Využití zeleně na střeších a fasádách
E.08	Spotřeba pitné vody
E.09	Spotřeba primární energie z neobnovitelných zdrojů
E.10	Použití konstrukčních materiálů při výstavbě
E.11	Využití půdy
E.12	Podíl dešťové vody zachycené na pozemku
Sociální skupina	
S.01	Vizuální komfort

S.02	Akustický komfort
S.03	Tepelné pohoda v letním období
S.04	Tepelné pohoda v zimním období
S.05	Zdravotní nezávadnost materiálů
S.06	Uživatelský komfort
S.07	Bezbariérový přístup
S.08	Zajištění zabezpečení budovy
S.09	Flexibilita využití budovy
S.10	Prostorová efektivita
S.11	Využití exteriéru budovy pro pobyt obyvatel
Ekonomika a management	
C.01	Analýza provozních nákladů
C.02	Zajištění prováděcí a provozní dokumentace
C.03	Autonomie provozu
C.04	Management tříděného odpadu
Lokalita budovy	
L.01	Biodiverzita
L.02	Dostupnost veřejných míst pro relaxaci
L.03	Dostupnost služeb
L.04	Dostupnost veřejné dopravy
L.05	Bezpečnost budovy a okolí
L.06	Živelná rizika

Navíc tým odborníků na Katedře pozemních staveb na Fakultě stavební ČVUT v Praze připravil veřejnou databázi environmentálních profilů stavebních výrobků. Projekt byl veřejně spuštěn v roce 2011 pod názvem Envimat.

Následující obrázek prezentuje váhu mezi jednotlivými kritérii. Je z něho patrný důraz metodiky na environmentální kritéria.



Obrázek 6: Váhy kritérií v jednotlivých skupinách

Výstupy z hodnocení certifikačního systému SBToolCZ jsou: certifikát kvality budovy (grafický symbol + prezentační dokument) a protokol, který je podrobnou zprávou z hodnocení.

Na základě dosažených bodů se budově přiřadí certifikáty kvality, a to následovně:

- budova certifikována (zisk 0 - 3,9 bodů),
- bronzový certifikát kvality (4 - 5,9 - bodů),
- stříbrný certifikát kvality (6 - 7,9 bodů),
- zlatý certifikát kvality (8 - 10 bodů).

Certifikát kvality budovy stručně prezentuje základní vlastnosti budovy a dosažený stupeň hodnocení. Certifikát se vystavuje na webu www.sbtool.cz v sekci certifikovaných projektů a zadavatel hodnocení se jím prezentuje dle vlastního uvážení. Na následujícím obrázku jsou znázorněny vydávané certifikáty. [16]



Obrázek 7: Certifikát kvality SBToolCZ dle počtu dosažených bodů

4 PRAKTICKÁ ČÁST

Praktická část této diplomové práce se zabývá výpočtem nákladů životního cyklu budovy v provozní fázi objektu. Pro příklad výpočtu slouží nová budova Fakulty elektroniky a komunikačních technologií VUT v Brně.

Výpočet je zaměřen na stavební materiály a jejich dopad na celkové náklady životního cyklu budovy.

4.1 CHARAKTERISTIKA FIRMY

Budova pro výuku a výzkum, která je řešena v této diplomové práci, postavila v roce 2010 firma OHL ŽS. Změnou názvu společnosti ŽS Brno, a.s. na OHL ŽS, a.s. v roce 2006 byla potvrzena příslušnost firmy k mezinárodní španělské stavební a investiční skupině OHL, jejíž součástí je OHL ŽS od roku 2003. *Sídlo* firmy se nachází v Brně.

Firma vlastní certifikace systému managementu jakosti podle ČSN EN ISO 9001. Systémem environmentálního managementu podle ČSN EN ISO 14 001 vytváří záruku pro oblast ochrany životního prostředí. Systémem managementu bezpečnosti a ochrany zdraví při práci podle ČSN OHSAS 18001.

Objem tržeb akciové společnosti OHL ŽS v ČR se drží na stabilní úrovni, spolehlivou pozici má firma také na Slovensku, kde se tržby meziročně zvýšily o 31,4 %, a v Maďarsku, kde činil nárůst tržeb dokonce 78,4 %. Dlouhodobá zásoba práce se zvýšila o 1,6 miliardy Kč – z hodnoty 14,9 miliardy Kč na konci roku 2008 se dostala na hodnotu 16,5 miliardy Kč na konci roku 2009.

Společnost se zaměřuje na komplexní realizaci nejrůznějších stavebních děl, jejich modernizaci, rekonstrukci a údržbu dle potřeb a přání zákazníků v oborech:

- **dopravní, železniční, silniční a dálniční stavby,**
- **vodohospodářské a ekologické stavby,**
- **inženýrské a energetické stavby,**

- **pozemní i podzemní stavby.**

OHL ŽS zabezpečuje rekonstrukce, modernizace a realizace staveb v ČR i zahraničí, tj. Bulharsku, Černé Hoře, Chorvatsku, Bosně a Hercegovině, Maďarsku, Ázerbájdžánu, Slovensku aj.

Mezi nejvýznamnější realizované stavby v současnosti patří:

- modernizace železničních koridorů
- rekonstrukce železničních stanic v České republice i na Slovensku
- výstavba univerzitního kampusu v Brně či nových objektů pro Vysokou školu báňskou – Technickou univerzitu Ostrava
- rekonstrukce historické budovy Českého rozhlasu v Praze
- realizace výstavby Národní technické knihovny
- stavba rychlostní silnice R55 Skalka-Hulín
- výstavba Velkého městského okruhu v Brně - mimoúrovňové křižovatky Hlinky a Královopolského tunelu
- Prst C Terminálu sever 2 mezinárodního letiště Praha-Ruzyně
- VUT – výstavba objektu FEKT

Organizační strukturu firmy tvoří valná hromada, představenstvo a úsek generálního ředitele pod tento úsek spadají čtyři samostatné úseky (Úsek Marketing a obchod, Úsek finanční a ekonomický, Organizační útvar dopravní stavby, Organizační útvar pozemní stavby), které se dělí na divize, úseky a odbory. [15]

4.2 POPIS BUDOVY FEKT T10

Jedná se o stavbu nebytovou. Stavba se nachází na parcelách číslo 4779/2, 4767/60, 4767/3, 4779/16, 4767/416, 4779/14, 4767/59, katastrální území Brno - Královo Pole. Pozemek, na kterém stavba stojí je ohraničen ulicemi Technická a Podnikatelská. Budova se nachází v těsné blízkosti Technologického parku v Brně. Realizovaná stavba slouží k rozvoji vysokoškolské výuky. Jedná se převážně o prostory sloužící k výuce a výzkumu, v budově je situován děkanát fakulty.

Lhůta pro realizaci objektu byla 20 měsíců, a to od zahájení v listopadu roku 2008 po dokončení v červnu roku 2010.

Zastavěná plocha objektu je 3 315,42 m², obestavěný prostor je 42 429,19 m³.



Obrázek 8: Celkový pohled na budovu FEKT T10 VUT v Brně



Obrázek 9 a 10: Pohled na budovu FEKT T10

4.2.1 Urbanistické a architektonické řešení

Architektonický návrh využívá soudobých stavebních systémů i materiálů. Důraz je kladen na jejich kvalitu, na zřejmé vyjádření významu budovy a její funkce. Pro trvanlivost fasád se počítá s keramickým obkladem.

Urbanistické podmínky, výška zástavby, její rozsah napojení na dopravní systém a pěší komunikace jsou určeny regulačním plánem.

Hlavní část má 6 nadzemních podlaží, plnohodnotné první podzemní podlaží a cca z poloviny i druhé podzemí, včetně spojovacího krčku. Část laboratoří má tři nadzemní podlaží, první podzemí je pouze v mírném zářezu do terénu, druhé podzemí je pouze pod částí půdorysu a je zcela pod úrovní upraveného terénu. Část objektu s hlavním vstupem, je dvoupodlažní a plně podsklepená. Aula je také v dvoupodlažní. Podzemní parkoviště je navrženo do celkem pěti půl podlaží.

4.2.2 Konstrukční řešení

Objekt SO 3 VUT FEKT se skládá ze čtyř konstrukčních částí, kdy osmipodlažní část je ještě rozdělena na dva dilatační celky. Všechny části jsou v horní stavbě odděleny dilatacemi, spodní stavba základů je na dilatacích společná – společné patky s pilotami

Základové konstrukce pro všechny dilatační části jsou společné. Výšková členitost objektu, značně rozdílná zatížení v patách sloupů především na dilatacích a v blízkosti vysokých a nízkých částí, dále hluboké terénní zářezy vzhledem k původnímu terénu a geologickému prostředí vedly k hlubinnému zakládání celého objektu. Suterénní stěny mimo podzemní stěny jsou založeny na základových monolitických pasech tvořících paty stěn, které jsou podpírány osamělými vystřídányými pilotami. Základové prahy přenáší svislá zatížení do základových patek a osamělých pilot.

Svislé nosné konstrukce jsou tvořeny zejména železobetonovými sloupy průřezu 500/500 mm (v suterénech) a průřezu 400/400 mm. Jako součást nosného systému suterénních částí objektu jsou využívány kotvené milánské stěny a obvodové železobetonové monolitické stěny. U všech dilatačních celků byli pro ztužení a zajištění stability navrženy ztužující železobetonové stěny. Prostory auly jsou tvořeny železobetonovými monolitickými sloupy 800/400 mm. Vyzdívky obvodového pláště železobetonového skeletu budou prováděny z cihel typu therm.

Stropní konstrukce vysoké budovy a části laboratoří jsou navrženy jako bezprůvlakové železobetonové stropní desky tl. 240 mm se skrytými ocelovými roštovými hlavicemi nad sloupy. Po obvodu a v dilatacích jsou desky ukončeny průvlakem. Desky jsou uloženy na systému svislých nosných konstrukcí sloupů, stěn a výtahových šachet.

Střešní šikmá konstrukce nad posluchárnou, která navazuje na vodorovnou střešní železobetonovou desku nad 1.n.p. pnutou v obou směrech do průvlaků, je navržena dřevěná, zatížená zelenou střechou. Vodorovnou tuhost v příčném směru zajistí příčné vazby, sloupy.

Objekt parkovacího stání je navržen jako samostatný konstrukční a dilatační celek, který provozně navazuje na sousední objekty FEKT areálu PPV.

Objekt je řešen tak, aby umožňoval parkování ve dvou až třech rozdílných výškových úrovních se světlými výškami 2,150 m, propojených nájezdovými rampami a únikovým schodištěm.

Hlavní vertikální komunikační bloky jsou v budově tři. Vždy se jedná o kombinaci schodiště a výtahu nebo výtahů. Konstrukce ramen a podest bude železobetonová, vše obloženo keramikou. Schodišťová zábradlí budou v provedení odpovídající významu a účelu schodiště. Převládajícím materiálem bude pozinkovaná ocel, tyčové výplně, nerezová madla.

Vnitřní dělicí konstrukce. Použití různých druhů dělicích příček je závislé na povaze oddělujících prostor. Část svislých dělicích stěn jsou žb. stěny, které jsou součástí nosného systému objektu. Další vnitřní dělicí konstrukce oddělující jednotlivé místnosti jsou tvořeny vyzdívanými konstrukcemi a lehkými příčkami ze SDK. Příčky oddělující prostory sociálního zázemí od jiných provozů, nebo jednotlivé sklady, technické místnosti apod. jsou zděné. Příčky uvnitř sociálního zázemí jsou navrženy jako SDK. Pro vytvoření instalačních předstěn budou použity také SDK konstrukce.

Podlahové konstrukce jsou tvořeny především podlahovými vrstvami prováděnými na podkladní vrstvu – hrubou podlahu (železobetonová deska) – včetně nášlapných vrstev. Základní typy podlah jsou určeny na základě typu svrchních nášlapných vrstev (průmyslové podlahy, keramické dlažby, povlakové krytiny - linoleum, PVC, koberce, dřevěná podlaha, čistící zóny)

Povrchové úpravy stěn zahrnují svrchní skladby úprav vnitřních stěnových konstrukcí, které jsou nanášeny na prvky hrubé stavby - betonové konstrukce, zdivo, SDK konstrukce. Základní povrchovou úpravou podkladních vrstev finálních úprav (nátěr, obklad, akustický obklad apod.) povrchů stěn jsou omítané povrchy zděných a železobetonových stěn. Jedná se o povrchy zděných a betonových konstrukcí, které mají provedenou omítku, štuk nebo stěrku, která tvoří pohledovou rovinu na kterou bude následovat aplikace

nátěru, speciálních povrchů a různých obkladů. Jádrové a jednovrstvé omítky budou provedeny od hrubé podlahy až ke stropní železobetonové desce.

Keramické obklady budou provedeny na betonovém, zděném i sádrokartonovém podkladu. Základní rozdělení v kvalitě a typu obkladů není navrhováno, předpokládá se použití dlažby stejného výrobce jako u podlah, barevně laděných dle podlaží. Obklady na zděné příčky budou prováděny na penetrovanou vrstvu vápenocementové maltové směsi.

Dřevěný obklad stěn je navrhován tak jako u cihelného pásku v prostorách stejného typu. Bude proveden na podkladní impregnovaný dřevěný rošt z formátovaných dřevotřískových desek s povrchovou úpravou bukovou dýhou.

Sádrokartonové plné podhledy jsou základním a výměrově převládajícím provedením navrhovaných podhledů. Není na ně kladen požadavek na požární odolnost, jelikož tuto vlastnost přebírají vodorovné žb. monolitické konstrukce. Obecně není kladen požadavek na zvukově izolační charakteristiky tohoto typu podhledu, tuto vlastnost v případě vzduchové neprůzvučnosti přebírají vodorovné žb konstrukce, případně v kombinaci s kročejovou neprůzvučností konstrukce podlah a nášlapné vrstvy.

Na chodbách, s převládající šířkou 1800 mm, jsou navrhovány skládané podhledy z kazet jejichž délka je rovná šířce chodby.

V prostorách mimo chodby jsou navrhovány zavěšené skládané podhledy s viditelnou nosnou konstrukcí. Jsou používány převážné formáty 600 x 600 mm.

Obvodový plášť budovy je sestaven z částí plných a částí zasklených. Plné plochy jsou tvořeny zavěšenými fasádami s materiály - keramika ve dvojím provedení, sendvičové desky Alucobond a systémové hliníkové stěnové konstrukce s výplněmi plnými deskami.

Zavěšené fasády jsou tvořeny systémy zavěšení velkoformátových keramických desek na spodní nosnou konstrukci, která je tvořena z ušlechtilých materiálů. Nosná konstrukce se skládá z nosných kotev, které se připevní k obvodové stěně objektu. Tyto kotvy se vyrábějí v různých délkách a umožňují

rektifikaci nosného profilu až 3 cm. Nosné profily jsou v těchto kotvách zajištěny samořeznými nerezovými šrouby. Na nosné profily se pomocí nerezových příchytů upevňují keramické desky.

Základem celého fasádního systému je vzduchová mezera, která je zachována min. 2 cm mezi rubem keramické desky a lícem tepelné izolace s hydrofobizované minerální rohože. Tepelná izolace je připevněna k obvodové stěně objektu pomocí talířových hmoždin. Díky vzduchové mezeře jsou zajištěny stále ideální klimatické podmínky objektu.

Všechny střešní pláště jsou navrženy v konstrukci tzv. jednoplášťové nevětrané střechy. Hydroizolační vrstva bude provedena ze dvou modifikovaných pásů, tepelná izolace bude z polystyrénu. Střecha je odvodněna vpustěmi podtlakového systému. Hlavní vstup do budovy je architektonicky zvýrazněn nadstřešením přístupového chodníku a vlastního vstupu membránovou střechou. Na ocelové konstrukci.

V objektu bylo navrženo celkem šest výtahů. Všechny jsou nosnosti 630 kg. Všechny slouží dopravě osob, výtah u jihozápadního štítu navíc přepravě kancelářského materiálu. Šachta výtahu je železobetonová, monolitická.

Interiérové dveře v objektu jsou rozděleny na dvě základní skupiny - ocelové a dřevěné. Převážně v podzemních podlažích jsou navrženy dveře s ocelovým dveřním křídlem (dáno především požárními parametry dveří). V ostatních částech objektu jsou navrženy dveře s dřevěným dveřním křídlem.

4.3 SOUHRNNÝ ROZPOČET STAVBY

Pro tuto stavbu byl zpracován rozpočet v programu BUILDpower firmy RTS, a.s. Brno. Rozpočet byl rozdělen do 25 částí. Tyto části jsou seřazeny v následující tabulce.

Tabulka 7: Souhrnný rozpočet stavby

Č.P.	POPIS	CENA BEZ DPH
1	STAVEBNÍ ČÁST	75 279 010
2	STAVEBNÍ ČÁST- výrobky	87 399 945
3	A - Konstrukční řešení	42 606 012
4	B - Konstrukční řešení	13 191 727
5	Piloty, milánské stěny	26 006 117
6	Rekonstrukce budovy A8	1 425 023
7	Zabudovaný interier	15 451 521
8	AVT technika	6 671 344
9	Náhradní zdroj el.energie	542 080
10	Rozvody technických plynů	1 559 637
11	Rozvody stlačeného vzduchu	438 866
12	ZTI+Technologie vodního prvku	11 078 751
13	Ústřední vytápění	8 821 743
14	Elektro - silnoproud	31 747 765
15	Elektro - slaboproud	39 808 496
16	MaR	2 821 578
17	Vzduchotechnika	26 180 666
18	Technologie stravování	1 375 360
19	Přívod vody	109 814
20	Areálová kanalizace+odlučovač ropných látek	1 050 740
21	Úprava a doplnění rozvodny NN - Kabelové rozvody NN	939 013
22	Hrubé terénní úpravy - subdodávka	9 413 953
23	Komunikace a chodníky - subdodávka	5 927 524
24	Oplocení, gabionová stěna	1 295 982
25	Sadové úpravy	1 896 531
CELKEM		413 039 197

4.4 FUNKČNÍ DÍLY

Po seřazení položek z rozpočtu byly jednotlivé položky přiřazeny k funkčním dílům a celý rozpočet tak převeden na rozpočet ve funkčních dílech. Následující tabulka uvádí rekapitulaci nákladů na jednotlivé funkční díly.

Tabulka 8: Náklady na funkční díly

FD	STAVEBNÍ DÍL		CENA	CENOVÝ PODÍL	FD CELKEM	FD PODÍL
01	F0110	Základy včetně výkopů	41 493 879	10,05%	42 209 859	10,22%
	F0120	Hydroizolace spodní stavby	715 980	0,17%		
02	F0210	Svislé nosné a obvodové konstrukce zděné	3 603 109	0,87%	25 947 872	6,28%
	F0211	Svislé nosné a obvodové konstrukce jiné	11 813 567	2,86%		
	F0220	Příčky a dělicí stěny	10 531 196	2,55%		
03	F0310	Stropní konstrukce	27 773 023	6,72%	36 527 116	8,84%
	F0320	Balkóny	0	0,00%		
	F0340	Schodiště	8 754 093	2,12%		
04	F0410	Střecha, kompl.skladba konstrukce vč.izolace	7 277 699	1,76%	12 362 609	2,99%
	F0420	Střešní okna, světlíky a průlezy	3 785 600	0,92%		
	F0440	Odvodnění střechy	1 299 310	0,31%		
05	F0510	Povrchy vnitřních stěn - omítky, malby	9 517 885	2,30%	86 634 964	20,97%
	F0520	Povrchy vnitřních stěn - obklady, izolace	6 037 892	1,46%		
	F0530	Povrchy vnějších stěn - omítky, zateplení	5 388 779	1,30%		
	F0540	Povrchy vnějších stěn - obklady	35 698 462	8,64%		
	F0560	Podhledy montované	29 991 946	7,26%		
06	F0610	Dveře vnitřní	9 131 598	2,21%	27 607 728	6,68%
	F0620	Dveře vnější	1 605 403	0,39%		
	F0630	Vrata	395 163	0,10%		
	F0640	Okna, balkónové dveře	16 475 564	3,99%		
07	F0710	Podlahy	25 910 423	6,27%	25 910 423	6,27%
08	F0811	Vodovod	4 213 138	1,02%	128 205 792	31,04%
	F0812	Kanalizace vnitřní	5 072 674	1,23%		
	F0821	Rozvody ÚT	4 850 609	1,17%		
	F0822	Zdroj tepla, ohřev TUV, regulace	3 250 955	0,79%		
	F0830	Klimatizace, vzduchotechnika	31 779 435	7,69%		
	F0851	Elektroinstalace	31 747 765	7,69%		
	F0861	Slaboproudé rozvody	39 808 496	9,64%		
	F0870	Výtahy, plošiny	7 482 720	1,81%		
09	F0940	Vybavení kuchyní, vestavěné skříně	17 087 775	4,14%	17 087 775	4,14%
10	F1015	Doplňkové stavby	1 425 023	0,35%	10 545 059	2,55%
	F1016	Sadové úpravy	1 896 531	0,46%		
	F1021	Komunikace	0	0,00%		
	F1022	Chodníky a zpevněné plochy	7 223 506	1,75%		
11	F1110	Demolice, bourání, poplatky za skládku	0	0,00%	0	0,00%
CELKEM			413 039 197	100,00%	413 039 197	100,00%

Z této tabulky je jasně zřejmé, že největší podíl na realizačních nákladech budovy FEKT T10 jsou základy a výkopy v částce 41 493 879 Kč, jejichž podíl na celkové částce stavby je 10,05%. Dále pak jedny z vyšších nákladů jsou náklady na slaboproudé rozvody v podílu 9,64%, obklady vnějších stěn v podílu 8,64%, klimatizace a vzduchotechnika v podílu 7,69% a elektroinstalace v podílu 7,69%.

Tato verze rozpočtu je velmi vhodná pro určení nákladů životního cyklu, protože pokud se provádí oprava nebo rekonstrukce určité stavební konstrukce, je nutné opravit nebo zrekonstruovat celý funkční díl.

4.4.3 Životnost funkčních dílů

Při stanovování nákladů životního cyklu hrají velmi důležitou roli i náklady na opravy, údržbu či rekonstrukci v provozní fázi objektu, vedle již zmiňovaných realizačních nákladů ve fázi investiční.

Proto byli jednotlivým funkčním dílům přiřazeny jejich životnosti a pravděpodobný cyklus jejich oprav s rozsahem opravovaných konstrukcí v procentech z realizačních nákladů daného funkčního dílu. Životnost konstrukcí dělíme na konstrukce s dlouhodobou životností a konstrukce s krátkodobou životností. Mezi dlouhodobé životnosti konstrukce, kde je technická životnost objektu na nich přímo závislá, se doba stanovuje na 100 let. Mezi tyto konstrukce patří základy, svislé a vodorovné nosné konstrukce, schodiště, atd.

Přehled životností a cyklus oprav jednotlivých stavebních konstrukcí ve funkčních dílech předvádí následující tabulka. Do tabulky jsou použity pouze konstrukce, které se objevují v objektu FEKT T10. Tabulka životnosti konstrukcí, kterou si stanovila firma OHL ŽS, je přiložena jako příloha C této diplomové práce.

Tabulka 9: Přehled životností a rozsahu oprav stavebních konstrukcí

FD	STAVEBNÍ DÍL		ŽIVOTNOST [ROKY]	CYKLUS OPRAV [ROKY]	ROZSAH OPRAV
01	F0110	Základy včetně výkopů	100		100
	F0120	Hydroizolace spodní stavby	50		100
02	F0210	Svislé nosné a obvodové konstrukce zděné	100		100
	F0211	Svislé nosné a obvodové konstrukce jiné	100		100
	F0220	Příčky a dělicí stěny	30	10	5
03	F0310	Stropní konstrukce	100		100
	F0320	Balkóny	60		100
	F0340	Schodiště	100		100
04	F0410	Střecha, kompl.skladba konstrukce vč.isolace	50	10	5
	F0420	Střešní okna, světlíky a průlezy	50		100
	F0440	Odvodnění střechy	25		100
05	F0510	Povrchy vnitřních stěn - omítky, malby	100	30	5
	F0520	Povrchy vnitřních stěn - obklady, izolace	80	20	5
	F0530	Povrchy vnějších stěn - omítky, zateplení	40	20	20
	F0540	Povrchy vnějších stěn - obklady	80	20	10
	F0560	Podhledy montované	30		100
06	F0610	Dveře vnitřní	60	20	15
	F0620	Dveře vnější	80	15	20
	F0630	Vrata	40	5	5
	F0640	Okna, balkónové dveře	50		100
07	F0710	Podlahy	15		100
08	F0811	Vodovod	30		100
	F0812	Kanalizace vnitřní	25		100
	F0821	Rozvody ÚT	30		100
	F0822	Zdroj tepla, ohřev TUV, regulace	30		100
	F0830	Klimatizace, vzduchotechnika	30		100
	F0851	Elektroinstalace	20		100
	F0861	Slaboproudé rozvody	30		100
	F0870	Výtahy, plošiny	30	15	50
09	F0940	Vybavení kuchyní, vestavěné skříně	15		100
10	F1015	Doplňkové stavby	100	10	5
	F1016	Sadové úpravy	40	10	5
	F1021	Komunikace	50	10	20
	F1022	Chodníky a zpevněné plochy	50	10	20
11	F1110	Demolice, bourání, poplatky za skládku	-	-	-

4.4.4 Náklady na rekonstrukci a opravy funkčních dílů ve stálých cenách

Náklady na rekonstrukci funkčních dílů jsou sestaveny procentní sazbou z realizačních nákladů, o které se tento náklad navýší. Tyto náklady se opakují v různých cyklech podle konkrétní životnosti funkčního dílu. Procentní sazba je určena jako průměrná hodnota za všechny stavební konstrukce, které se ve funkčním díle nacházejí. Tyto hodnoty jsou převzaty z publikace č.2 uvedené v seznamu použitých zdrojů této práce.

Následující tabulka znázorňuje použité hodnoty indexu modernizace.

Tabulka 10: Přehledná tabulka indexů modernizace

FD	STAVEBNÍ DÍL		CENA	INDEX MODERNIZACE
01	F0110	Základy včetně výkopů	41 493 879	2,9678
	F0120	Hydroizolace spodní stavby	715 980	
02	F0210	Svislé nosné a obvodové konstrukce zděné	3 603 109	1,3114
	F0211	Svislé nosné a obvodové konstrukce jiné	11 813 567	
	F0220	Příčky a dělící stěny	10 531 196	
03	F0310	Stropní konstrukce	27 773 023	1,307
	F0320	Balkóny	0	
	F0340	Schodiště	8 754 093	
04	F0410	Střecha, kompl.skladba konstrukce vč.izolace	7 277 699	1,06
	F0420	Střešní okna, světlíky a průlezy	3 785 600	
	F0440	Odvodnění střechy	1 299 310	
05	F0510	Povrchy vnitřních stěn - omítky, malby	9 517 885	1,115
	F0520	Povrchy vnitřních stěn - obklady, izolace	6 037 892	
	F0530	Povrchy vnějších stěn - omítky, zateplení	5 388 779	
	F0540	Povrchy vnějších stěn - obklady	35 698 462	
	F0560	Podhledy montované	29 991 946	
06	F0610	Dveře vnitřní	9 131 598	1,0958
	F0620	Dveře vnější	1 605 403	
	F0630	Vrata	395 163	
	F0640	Okna, balkónové dveře	16 475 564	
07	F0710	Podlahy	25 910 423	1,14
08	F0811	Vodovod	4 213 138	1,3741
	F0812	Kanalizace vnitřní	5 072 674	
	F0821	Rozvody ÚT	4 850 609	
	F0822	Zdroj tepla, ohřev TUV, regulace	3 250 955	
	F0830	Klimatizace, vzduchotechnika	31 779 435	
	F0851	Elektroinstalace	31 747 765	

	F0861	Slaboproudé rozvody	39 808 496	
	F0870	Výtahy, plošiny	7 482 720	
09	F0940	Vybavení kuchyní, vestavěné skříně	17 087 775	1,375
10	F1015	Doplňkové stavby	1 425 023	0
	F1016	Sadové úpravy	1 896 531	
	F1021	Komunikace	0	
	F1022	Chodníky a zpevněné plochy	7 223 506	
11	F1110	Demolice, bourání, poplatky za skládku	0	-

4.4.4.1 Náklady na rekonstrukci a opravy

Náklady na rekonstrukci a opravy jednotlivých funkčních dílů uvádí tabulka č.11 na následující straně této diplomové práce.

V každém řádku této tabulky je uvedena stavební konstrukce, její realizační náklad, životnost a cyklus oprav s rozsahem prací v procentech. Tyto konstrukce jsou rozděleny do funkčních dílů, u kterých je uveden index modernizace.

Ve sloupcích, které jsou rozděleny po 5 letech jsou uvedeny celkové životnosti stavby (100 let) a náklady ve stálých cenách, které vznikají v dané době na zkoumaném objektu Fakulty elektrotechniky a komunikačních technologií VUT v Brně.

Největší náklady na modernizaci bude podle této tabulky nutné vynaložit v 60 roku životnosti stavby. Je to proto, že se velké množství životností konstrukcí končí v 60 letech od realizace stavby nebo se velké množství v tomto období znovu opakuje, je proto zřejmé, že v tomto období by měla proběhnout rekonstrukce podstatné části všech funkčních dílů, které se ve zkoumaném objektu nachází.

4.4.4.2 Současná hodnota nákladů na realizaci

Současná hodnota nákladů na realizaci se určuje, protože náklady na rekonstrukce, opravy nebo likvidaci stavby nenastanou hned, ale mají dlouhodobý charakter, nemůžou se jen prostě sčítat. Je nutné tyto náklady nejprve převést na jejich současnou hodnotu. Toto se provádí pomocí diskontování.

Současná hodnota nákladů na realizaci byla určena podle vzorce:

$$C_T = \sum_{i=0}^t \frac{\sum_{j=1}^n C_{Tj}}{(1+r)^i}$$

Kde:

- ΣC_{Tj} - výše nákladů na rekonstrukce, opravy nebo likvidaci jednotlivých funkčních dílů v i-tém roce hodnocení
- n - celkový počet funkčních dílů, které se v objektu nachází
- t - délka životnosti stavby (100 let)
- i - stáří objektu v roce hodnocení
- r - diskontní sazba

Protože nelze diskontní sazbu přesně určit, byla provedena analýza citlivosti a pro diskontování byly zvoleny 3 diskontní sazby v hodnotách 3 %, 4 %, 5 %. Současná hodnota nákladů na realizaci v jednotlivých letech je uvedena na posledních řádcích v tabulce č.11 na straně 54 této diplomové práce.

Následující tabulky ukazují na změnu a poměr celkové výše současné hodnoty a celkových nákladů na realizaci, opravy nebo likvidaci stavby v důsledku změn diskontních sazeb pro hodnocené období 100 let. Na tyto tabulky navazují grafy, které ukazují vývoj nákladů životního cyklu zkoumaného objektu. Tabulka výpočtu vývoje životního cyklu stavby v jednotlivých letech hodnoceného období pro každou ze tří diskontních sazeb je v příloze .D této diplomové práce.

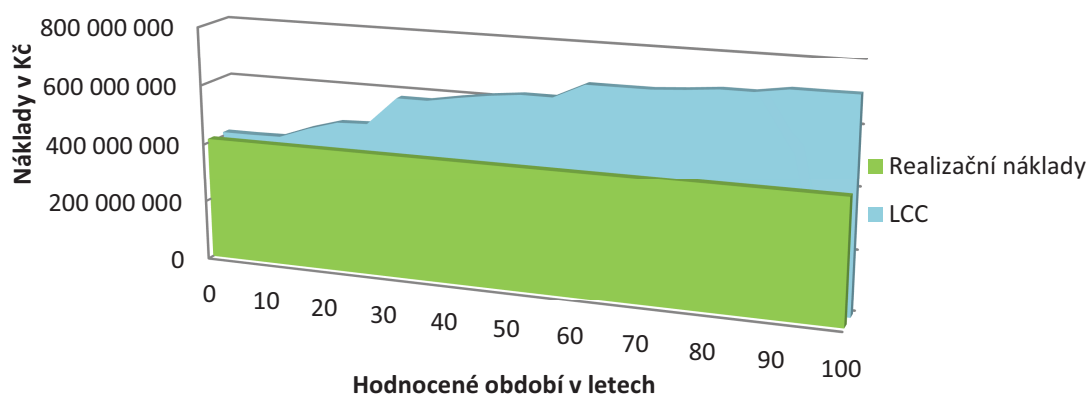
Následující tabulka znázorňuje poměr realizačních nákladů a nákladů na rekonstrukce, opravy a likvidaci při 3 % diskontní sazbě.

Tabulka 12: Výpočet nákladů životního cyklu budovy při 3 % diskontní sazbě

Diskontní sazba 3%		
Náklady	Kč	%
Investiční náklad	413 039 197	58,58
Náklady na rekonstrukce, opravy a likvidaci	292 039 136	41,42
Celkové náklady po dobu životnosti stavby	705 078 333	100,00

Následující graf znázorňuje vývoj poměrů investičních nákladů a nákladů na rekonstrukci, opravy a likvidaci pro diskontní sazbu 3 %.

Vývoj LCC při 3 % diskontní sazbě



Graf 1: Vývoj životního cyklu budovy při 3 % diskontní sazbě

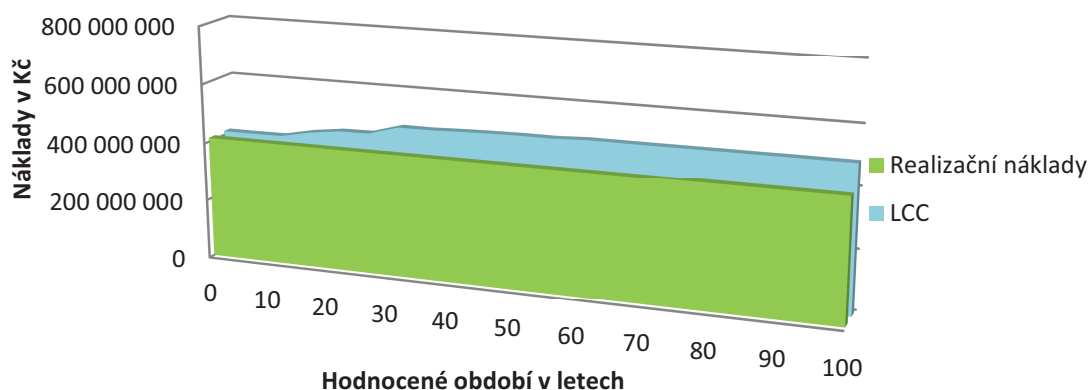
Následující tabulka znázorňuje poměr realizačních nákladů a nákladů na rekonstrukce, opravy a likvidaci při 4 % diskontní sazbě.

Tabulka 13: Výpočet nákladů životního cyklu budovy při 4 % diskontní sazbě

Diskontní sazba 4%		
Náklady	Kč	%
Investiční náklad	413 039 197	83,92
Náklady na rekonstrukce, opravy a likvidaci	79 167 717	16,08
Celkové náklady po dobu životnosti stavby	492 206 914	100,00

Následující graf znázorňuje vývoj poměrů investičních nákladů a nákladů na rekonstrukci, opravy a likvidaci pro diskontní sazbu 4 %.

Vývoj LCC při 4 % diskontní sazbě



Graf 2: Vývoj životního cyklu budovy při 4 % diskontní sazbě

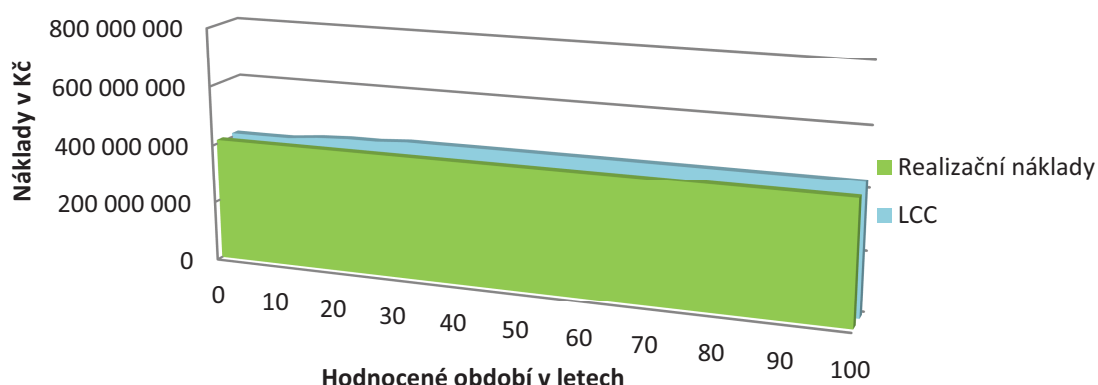
Následující tabulka znázorňuje poměr realizačních nákladů a nákladů na rekonstrukce, opravy a likvidaci při 5 % diskontní sazbě.

Tabulka 14: Výpočet nákladů životního cyklu budovy při 5 % diskontní sazbě

Diskontní sazba 5%		
Náklady	Kč	%
Investiční náklad	413 039 197	94,52
Náklady na rekonstrukce, opravy a likvidaci	23 956 717	5,48
Celkové náklady po dobu životnosti stavby	436 995 914	100,00

Následující graf znázorňuje vývoj poměrů investičních nákladů a nákladů na rekonstrukci, opravy a likvidaci pro diskontní sazbu 5 %.

Vývoj LCC při 5 % diskontní sazbě



Graf 3: Vývoj životního cyklu budovy při 5 % diskontní sazbě

Z uvedených tabulek i grafů je zřejmé, že časová hodnota peněz (použitá diskontní sazba) zásadně mění poměry mezi realizačními náklady a náklady rekonstrukce, opravy a likvidaci. Čím je diskontní sazba menší, tím více zdůrazňuje důležitost provozních nákladů související s technickými parametry použitých stavebních materiálů a konstrukcí.

4.4.5 Náklady na likvidaci

Náklady na likvidaci, spojené s odstraněním odpadů, se stanoví jako náklady na demolici budovy programem BUILDpower. Měrnou jednotkou je m³, přičemž počet těchto jednotek je dán jako součet nosných konstrukcí, schodišť a střešních konstrukcí. Objemy těchto konstrukcí byly převzaty z výkazu výměr pro rozpočet stavby. Objemy jednotlivých konstrukcí pro stanovení nákladů na demolici uvádí následující tabulka.

Tabulka 15: Objem konstrukcí pro demolici

Popis konstrukce	m3
Zdivo nosné Porotherm	8287,3
Konstrukce ze ŽB	8856,87
Celkem	17144,17

Hodnota těchto nákladů je 15 281 441 Kč a je doplněna do posledního sloupce tabulky určující náklady na opravy a rekonstrukce. Rozpočet pro likvidaci a odvoz odpadu je přiložen k diplomové práci jako příloha E.

5 ZÁVĚR

Rozhodnutí o investici do budoucí výstavby je velmi složitou záležitostí. Má dlouhodobé důsledky a z tohoto důvodu by se měl brát ohled i na náklady, které vzniknou během provozování budovy a nejen její náklady na realizaci.

Každá budova prochází během své existence několika fázemi životního cyklu, to znamená, že má svůj životní cyklus. Toto období je velmi dlouhé a stanovit náklady na celou tuto dobu je velmi komplikované. Metoda, která pomáhá tento problém řešit je metoda stanovení nákladů životního cyklu (Life Cycle Cost, LCC). Pomocí této metody lze stanovit náklady realizační, provozní i náklady na likvidaci budovy.

Teoretická část této diplomové práce je zaměřena na představení metody nákladů životního cyklu. Následuje popis stanovování nákladů životního cyklu a postup jejího zpracování. Následuje představení systémů, které jsou používány ve světě pro hodnocení kvality budov v rámci životního cyklu budov.

Praktická část této diplomové práce zahrnuje zpracování nákladů životního cyklu na příkladu konkrétní stavby. Zkoumanou stavbou je budova pro výuku a výzkum Fakulty elektrotechniky a komunikačních technologií VUT v Brně, která byla dokončena v roce 2010.

Jako první představena firma, která tuto stavbu realizovala a její stručný popis. Následuje představení zkoumané budovy, její urbanistické a konstrukční řešení, zpracování rozpočtu stavby, a tím stanovení nákladů potřebných vynaložit na její realizaci.

V další části byli stanoveny budoucí náklady na provoz a náklady na likvidaci budovy. Určeny byly náklady související s technickými parametry budovy, které zahrnují v provozní fázi výši nákladů na opravy a rekonstrukce stavby a ve fázi likvidační náklady na odstranění stavby.

Protože náklady na budoucí provoz budovy nevznikají jednorázově, ale vznikají postupně během dlouhého časového období, jsou tyto náklady diskontovány na jejich současnou hodnotu. Poté byly tyto náklady porovnány

s realizačními náklady, čímž se potvrdil původní předpoklad, že výše nákladů, které bude potřeba vynaložit na budoucí provoz realizované budovy nemůže být zanedbána a měla by proto být brána v úvahu při každém rozhodování o realizaci budoucí výstavby.

6 POUŽITÉ ZDROJE

- [1] KORYTÁROVÁ, J. - HROMÁDKA, V.: Veřejné stavební investice I., VUT BRNO 2007, 226 stran, ISBN
- [2] MIKŠ, L. - TICHÁ, A. - KOŠULIČ, J. - MIKŠ, R. A KOLEKTIV: Optimalizace technickoekonomických charakteristik životního cyklu stavebního díla, 196 stran, Akademické nakladatelství CERM, ISBN 978-80-227-2778-5
- [3] Soubor příspěvků 7.mezinárodní vědecké symposium, Bratislava 29.11.2007: Ekonomické a řídicí procesy ve stavebnictví a investičních projektech, ISBN 978-80-227-2778-5
- [4] *Metodika určování nákladů životního cyklu stavebního díla* [online 14.1.2011, 14:05hod.]. Dostupné na http://www.cideas.cz/free/okno/technicke_listy/1uv/1112.pdf
- [5] *Systém BREEAM* [online 17. 1. 2011, 23:02 hod.]. Dostupný na <http://www.thenbs.com/topics/Environment/articles/breeamAssessmentMethods.asp>
- [6] *Systém BREEAM* [online 17. 1. 2011, 23:08 hod.]. Dostupný na <http://www.breeam.org>
- [7] *Evropský projekt EPIQR* [online 24. 1. 2011, 11:30 hod.]. Dostupný na <http://www.sciencedirect.com>
- [8] *Evropský projekt EPIQR* [online 24. 1. 2011, 12:28 hod.]. Dostupný na <http://www.calcon.de/Produkte/epiqr.aspx>
- [9] *Systém BEAT* [online 24. 1. 2011, 13:32 hod.]. Dostupný na http://www.sbi.dk/download/bsim/NSBP_131.pdf
- [10] *Systém PromisE* [online 28. 1. 2011, 19:52 hod.]. Dostupný na <http://www.sciencedirect.com>

- [11] TICHÁ, A. – MARKOVÁ, L. – PUCHÝŘ, B.: Ceny ve stavebnictví I. : Rozpočtování a kalkulace, 206 stran, 1.vyd. Brno: URS Brno, ISBN 80-200-0791-1
- [12] BERAN, V. – DLASK, P. - SCHNEIDEROVÁ HERALOVÁ, R. – TOMÁNKOVÁ, J.: Management udržitelného rozvoje území 3, 113 stran, nakladatelství ČVUT v Praze, 2010, ISBN 978-80-01-04749-1
- [13] *Metodika pro komplexní hodnocení kvality budov v rámci životního cyklu* [online 3. 1. 2012, 14:40 hod.]. Dostupný na <<http://www.substance.cz/soubory/Metodika.pdf>>
- [14] ADAMUŠČIN, A. – ĎURIŠOVÁ, J.: Trh Kancelárskych priestorov, teória a prax, 230 stran, Vydala Slovenská technická univerzita v Bratislave, ISBN 978-80-89493-07-4
- [15] *Charakteristika firmy OHL ŽS, a.s.* [online 6. 1. 2012, 18:12 hod.]. Dostupný na <www.ohlzs.cz>
- [16] Systém SBTToolCZ [online 10. 1. 2012, 21:58 hod.]. Dostupný na <<http://stavba.tzb-info.cz/nizkoenergeticke-stavby/7167-cesky-nastroj-pro-certifikaci-kvality-budov-sbtoolcz-a-prvni-certifikovana-budova-x-loft>>
- [17] *Definice Facility Managementu* [online 10. 1. 2012, 19:12 hod.]. Dostupný na <http://cs.wikipedia.org/wiki/Facility_management>

7 SEZNAMY

7.1 SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK

LCC –	Life Cycle Cost
LCA –	Life Cycle Analyses
VUT –	Vysoké Učení Technické v Brně
CMA –	Cost Minimising Analyses
CBA –	Cost Benefit Analyses
CEA –	Cost Effectiveness Analyses
CUA –	Cost Utility Analyses
FM –	Facility Management
FEKT T10 –	Fakulta elektrotechniky a komunikačních technologií VUT v Brně na ulici Technická 10

7.2 SEZNAM OBRÁZKŮ

Obrázek 1: Náklady životního cyklu budov	18
Obrázek 2: Trojrozměrná matice.....	19
Obrázek 3: Nové pojetí stavebního procesu v globálním kontextu	23
Obrázek 4: Hodnocení toků energie a materiálů systémem BEAT	30
Obrázek 5: Postup certifikace prostřednictvím systému LEED	35
Obrázek 6: Váhy kritérií v jednotlivých skupinách	38
Obrázek 7: Certifikát kvality SBToolCZ dle počtu dosažených bodů	39
Obrázek 8: Celkový pohled na budovu FEKT T10 VUT v Brně	42
Obrázek 9 a 10: Pohled na budovu FEKT T10	43

7.3 SEZNAM TABULEK

Tabulka 1: Přehled nástrojů pro hodnocení kvality budov.....	26
Tabulka 2: Hodnotící kategorie a kritéria GBTool	27
Tabulka 3: Kritéria pro udělení BREEAM, maximální počet dosažitelných bodů a jejich váha	29
Tabulka 4: Ukazatele obsažené v systému PromisE, jejich váha v kategoriích a ukazatelích.....	32
Tabulka 5: Kritéria pro udělení LEED a jejich váha při posuzování.....	34
Tabulka 6: Seznam hodnotících kritérií pro SBToolCZ	36
Tabulka 7: Souhrnný rozpočet stavby	48
Tabulka 8: Náklady na funkční díly	49
Tabulka 9: Přehled životností a rozsahu oprav stavebních konstrukcí.....	51
Tabulka 10: Přehledná tabulka indexů modernizace	52
Tabulka 11: Náklady na opravy a rekonstrukce funkčních dílů během životnosti budovy a likvidaci budovy FEKT T10	54
Tabulka 12: Výpočet nákladů životního cyklu budovy při 3 % diskontní sazbě ..	56
Tabulka 13: Výpočet nákladů životního cyklu budovy při 4 % diskontní sazbě ..	57
Tabulka 14: Výpočet nákladů životního cyklu budovy při 5 % diskontní sazbě ..	58
Tabulka 15: Objem konstrukcí pro demolici	59

7.4 SEZNAM GRAFŮ

Graf 1: Vývoj životního cyklu budovy při 3 % diskontní sazbě	56
Graf 2: Vývoj životního cyklu budovy při 4 % diskontní sazbě	57
Graf 3: Vývoj životního cyklu budovy při 5 % diskontní sazbě	58

7.5 SEZNAM PŘÍLOH

Příloha A – Situace stavby

Příloha B – Fotodokumentace stavby

Příloha C – Orientační životnosti funkčních dílů podle OHL ŽS,a.s.

Příloha D – Kumulované tabulky pro tvorbu grafů diskontních sazeb

Příloha E – Rozpočet likvidace budovy a odstranění odpadu

LICENČNÍ SMLOUVA POSKYTOVANÁ K VÝKONU PRÁVA UŽÍT ŠKOLNÍ DÍLO

uzavřená mezi smluvními stranami:

1. Pan/paní

Jméno a příjmení: Bc. Darina Bohadlová

Bytem: Machovská Lhota 77, Machov 54931

Narozen/a (datum a místo): 5.5.1987

(dále jen „autor“)

a

2. Vysoké učení technické v Brně

Fakulta stavební

se sídlem Veveří 331/95, Brno 602 00

jejímž jménem jedná na základě písemného pověření děkanem fakulty:

doc. Ing. Jana Korytářová, Ph.D.

(dále jen „nabyvatel“)

Článek 1

Specifikace školního díla

1. Předmětem této smlouvy je vysokoškolská kvalifikační práce (VŠKP):

- ☐ disertační práce
- ☒ diplomová práce
- ☐ bakalářská práce
- ☐ jiná práce, jejíž druh je specifikován jako

(dále jen VŠKP nebo dílo)

Název VŠKP: NÁKLADY ŽIVOTNÍHO CYKLU BUDOVY

Vedoucí/ školitel VŠKP: doc. Ing. JANA KORYTÁŘOVÁ, Ph.D.

Ústav: Ústav stavební ekonomiky a řízení

Datum obhajoby VŠKP: 1.2.2012

VŠKP odevzdal autor nabyvateli v*:

☒ tištěné formě – počet exemplářů 2

☒ elektronické formě – počet exemplářů 2

* hodící se zaškrtněte

2. Autor prohlašuje, že vytvořil samostatnou vlastní tvůrčí činností dílo shora popsané a specifikované. Autor dále prohlašuje, že při zpracovávání díla se sám nedostal do rozporu s autorským zákonem a předpisy souvisejícími a že je dílo dílem původním.
3. Dílo je chráněno jako dílo dle autorského zákona v platném znění.
4. Autor potvrzuje, že listinná a elektronická verze díla je identická.

Článek 2

Udělení licenčního oprávnění

1. Autor touto smlouvou poskytuje nabyvateli oprávnění (licenci) k výkonu práva uvedené dílo nevýdělečně užit, archivovat a zpřístupnit ke studijním, výukovým a výzkumným účelům včetně pořizování výpisů, opisů a rozmnoženin.
2. Licence je poskytována celosvětově, pro celou dobu trvání autorských a majetkových práv k dílu.
3. Autor souhlasí se zveřejněním díla v databázi přístupné v mezinárodní síti
 - ☐ ihned po uzavření této smlouvy
 - ☐ 1 rok po uzavření této smlouvy
 - ☒ 3 roky po uzavření této smlouvy
 - ☐ 5 let po uzavření této smlouvy
 - ☐ 10 let po uzavření této smlouvy(z důvodu utajení v něm obsažených informací)
4. Nevýdělečné zveřejňování díla nabyvatelem v souladu s ustanovením § 47b zákona č. 111/1998 Sb., v platném znění, nevyžaduje licenci a nabyvatel je k němu povinen a oprávněn ze zákona.

Článek 3

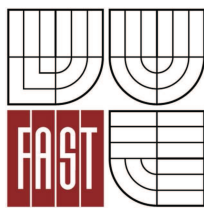
Závěrečná ustanovení

1. Smlouva je sepsána ve třech vyhotoveních s platností originálu, přičemž po jednom vyhotovení obdrží autor a nabyvatel, další vyhotovení je vloženo do VŠKP.
2. Vztahy mezi smluvními stranami vzniklé a neupravené touto smlouvou se řídí autorským zákonem, občanským zákoníkem, vysokoškolským zákonem, zákonem o archivnictví, v platném znění a popř. dalšími právními předpisy.
3. Licenční smlouva byla uzavřena na základě svobodné a pravé vůle smluvních stran, s plným porozuměním jejímu textu i důsledkům, nikoliv v tísní a za nápadně nevýhodných podmínek.
4. Licenční smlouva nabývá platnosti a účinnosti dnem jejího podpisu oběma smluvními stranami.

V Brně dne: 1.2.2012

.....
Nabyvatel

.....
Autor



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ
FAKULTA STAVEBNÍ

POPISNÝ SOUBOR ZÁVĚREČNÉ PRÁCE

Vedoucí práce doc. Ing. Jana Korytářová, Ph.D.

Autor práce Bc. Darina Bohadlová

Škola Vysoké učení technické v Brně

Fakulta Stavební

Ústav Ústav stavební ekonomiky a řízení

Studijní obor 3607T038 Management stavebnictví

Studijní program N3607 Stavební inženýrství

Název práce Náklady životního cyklu budovy

Název práce v anglickém jazyce Building Life Cycle Costs

Typ práce Diplomová práce

Přidělovaný titul Ing.

Jazyk práce Čeština

Datový formát elektronické verze *.pdf

Anotace práce Diplomová práce se zabývá náklady životního cyklu budovy pro výuku a výzkum. Teoretická část se zabývá představením metody nákladů životního cyklu. Následuje popis stanovování nákladů životního cyklu a postup jejího zpracování. V praktické části je zpracován rozpočet zkoumané stavby, který je rozdělen na funkční díly a tím stanoveny náklady na opravy a rekonstrukce po dobu životnosti stavby. Po skončení životnosti jsou orientačně stanoveny náklady na demolici a odstranění odpadu. Celý tento proces je shrnut v tabulce, která stanovuje náklady na provoz budovy po celou dobu její životnosti.

Anotace práce v anglickém jazyce This diploma thesis deals with the life-cycle cost of the building for teaching and research. The theoretical part deals with the introduction of life-cycle cost method. A description of determining life-cycle cost and procedure of processing. In the practical part of the budget is prepared surveyed the building, which is divided into functional parts and the fixed costs of repair

and reconstruction over the lifetime of the building. At the end of life are roughlydetermined the cost of demolition and waste removal. This whole process is summarized in the table, which sets the cost of operating the building throughout its life.

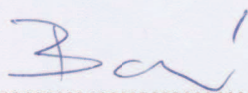
Klíčová slova Náklady životního cyklu budovy, posuzování životního cyklu, funkční díly
Klíčová slova v anglickém jazyce Life Cycle Cost, Life Cycle Assessment, functional parts of building

PROHLÁŠENÍ O SHODĚ LISTINNÉ A ELEKTRONICKÉ FORMY VŠKP

Prohlášení:

Prohlašuji, že elektronická forma odevzdané práce je shodná s odevzdanou listinnou formou.

V Brně dne 1. 2. 2012



.....
Bc. Darina Bohadlová